ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ
ΜΔΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ ΚΑΙ ΔΙΚΤΥΑ

Κινητές Ασύρματες Επικοινωνίες 4ης γενιάς

Ο θαυμαστός ασύρματος κόσμος του μέλλοντος

Σαν παραμύθι



ΙΩΑΝΝΗΣ Γ. ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ (Μ311)
ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΚΑΘ. Γ. ΣΤΕΦΑΝΟΥ

ΑΘΗΝΑ 2003

Πίνακας Περιεχομένων

Εισαγωγή

Η εξέλιξη των επικοινωνών ασκεί βαθιά επίδραση σε κάθε ανθρώπινο ον. Το να μπορεί κάποιος να επικοινωνήσει με όντα έξω από την ακουστική και την οπτική του περιοχή ήταν μια βασική ανθρώπινη ανάγκη, σε μια εποχή όπου τα ταξίδια δεν ήταν εύκολα. Η ανάγκη για επικοινωνία όταν βρισκόμαστε εν κινήσει ή μακριά από τη βάση μας, οδήγησε στην ανάπτυξη των ασύρματων κινητών επικοινωνιών και μας έφτασε έως την 3η γενιά στις ημέρες μας (2007). Κατά τη διάρκεια του πρώτου αιώνα ύπαρξής τους, τα συστήματα επικοινωνιών έχουν παρουσιάσει μεγάλη ανάπτυξη όσον αφορά την μείωση της δυσκολίας χρήσης των συστημάτων για τον τελικό χρήστη.

1. Ασύρματες Κινητές Επικοινωνίες

1.1 Ιστορική Αναδρομή

Η ανάγκη επικοινωνίας με μη σταθερά σημεία ευρισκόμενα πέραν του ορίζοντα, χωρίς την υποστήριξη σταθερών μέσων που να τα συνδέουν (π.χ καλώδια), δημιουργήθηκε γύρω στα τέλη του 1800. Το πρώτο σύστημα ασύρματης κινητής επικοινωνίας εγκαταστάθηκε από τον Marconi το έτος 1898 στο νησί Wight της Αγγλίας, για λογαριασμό της Βασίλισσας Βικτωρίας.

Ήδη πριν από τον Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο, η Βρετανική αστυνομία χρησιμοποιούσε ασύρματη κινητή επικοινωνία. Η ζώνη συχνοτήτων που χρησιμοποιείτο ήταν 2-3 MHz. Κατά τη διάρκεια του Δεύτερου Παγκοσμίου Πολέμου, η χρήση των συστημάτων αυτών επεκτάθηκε στις ένοπλες δυνάμεις και στις υπηρεσίες αμέσου επεμβάσεως. Το 1945 στο Ηνωμένο Βασίλειο υπήρχαν περίπου 1000 χρήστες των συστημάτων κινητής τηλεφωνίας, και ο αριθμός τους αυξανόταν συνεχώς. Ο τύπος της διαμόρφωσης του μεταδιδόμενου σήματος ήταν Διαμόρφωση Εύρους (ΑΜ) ενώ εκείνη την εποχή στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής (ΗΠΑ) άρχισε να χρησιμοποιείται δοκιμαστικά η Διαμόρφωση Συχνότητας (FM), για την βελτίωση της ποιότητας του λαμβανομένου σήματος από την προκαλούμενη εξασθένηση αυτού, λόγω της εμφάνιση του ηλεκτρικού θορύβου.

Στις ΗΠΑ, το 1921 η Αστυνομία του Detroit εγκατέστησε το πρώτο σύστημα το οποίο λειτουργούσε στην περιοχή των 2 MHz. Το 1940, καταχωρήθηκαν νέες συχνότητες για τις κινητές επικοινωνίες (30 και 40 MHz). Επειδή ο αριθμός των χρηστών οι οποίοι ζητούσαν πρόσβαση στα συστήματα αυτά συνεχώς αυξανόταν, η Ομοσπονδιακή Επιτροπή Επικοινωνιών των ΗΠΑ παραχώρησε επιπλέον συχνότητες στην περιοχή των 30 και 500 MHz για διάφορες ειδικές χρήσεις. Τα πρώτα αυτά συστήματα κινητών επικοινωνιών λειτουργούσαν αυτόνομα και δεν υπήρχε επικοινωνία με το Τηλεφωνικό Δίκτυο της Χώρας.

2. Μετάβαση στη Κυτταρική Κινητή Τηλεφωνία

Τα πρώτα συστήματα κινητής τηλεφωνίας μπορούσαν να υποστηρίξουν έναν μικρό αριθμό χρηστών. Αναφέρεται ενδεικτικά ότι στις ΗΠΑ το έτος 1983 υπήρχαν μόνο 140.000 συνδρομητές (κυρίως υπηρεσίες επιβολής τάξης). Να σημειωθεί δε ότι ο χρόνος αναμονής ενός υποψηφίου συνδρομητή για σ΄ύνδεση στο δίκτυο, ήταν «μερικά χρόνια».

Το 1970, το Παγκόσμιο Συνέδριο Διαχείρισης Ράδιο-συχνοτήτων (World Administrative Radio Conference) παραχώρησε μέρος από το φάσμα (περιοχή 900 MHz) για εφαρμογές της κινητής ράδιο-τηλεφωνίας. Τα υπάρχοντα όμως συστήματα από τη φύση τους, τις αρχές λειτουργίας τους και την οργάνωσή τους δεν μπορούσαν να μετεξελιχθούν και να ικανοποιήσουν την απαιτούμενη χωρητικότητα του δικτύου, ταυτόχρονα με την απαραίτητη ποιότητα μετάδοσης. Η αδυναμία αυτή σε συνδυασμό με την εμφάνιση των πρώτων ολοκληρωμένων κυκλωμάτων (1970), που οδήγησε σε δραστική μείωση του μεγέθους των χρησιμοποιουμένων πομποδεκτών, σήμανε την έναρξη για την *Κυτταρική προσέγγιση*.

2.1 Συστήματα Πρώτης Γενιάς

Από το 1970 μέχρι το έτος 1990, μελετήθηκαν, υλοποιήθηκαν και λειτούργησαν τα συστήματα κινητής τηλεφωνίας 1ης *Γενιάς,* τα οποία βασίσθηκαν στην κυτταρική δομή και τα οποία είχαν αναλογικά ηλεκτρικά χαρακτηριστικά. Τα συστήματα αυτά ήταν το TACS, NMT, CT1, CT2, RC 2000, Net-C, POCSAG, GOLAY, COMVIK και AMPS. Ένα από τα κύρια χαρακτηριστικά των συστημάτων αυτών ήταν ότι διαχειρίζονταν την υπηρεσία φωνής (voice) με ρυθμούς μετάδοσης (data rate) οι οποίοι σταδιακά έφθασαν τα 2.4 kbps.

2.1.1 Το σύστημα AMPS

Το AMPS (Προχωρημένο Σύστημα Παροχής Κινητών Υπηρεσιών- Advanced Mobile Phone *System)* είναι ένα σύστημα ασύρματης κυτταρικής τηλεφωνίας που χρησιμοποιείται στις ΗΠΑ. Το AMPS υποστηρίζει την παροχή κινητών επικοινωνιακών υπηρεσιών στην περιοχή του ράδιο-φάσματος των 850 MHz, μέσω κοινού φορέα, με σκοπό αφενός την εξυπηρέτηση μεγάλου αριθμού συνδρομητών και αφετέρου ελαχιστοποίησης του κόστους.
Η επικοινωνία των χρηστών του κυτταρικού συστήματος με τους χρήστες του PSTN (Public Switched Telephone Network-Σύστημα Ενσύρματης Τηλεφωνίας) γίνεται μέσω σημείων πρόσβασης (access points), τα οποία λειτουργούν ως πύλες (gateways). Ο ρυθμός των λαμβανόμενων δεδομένων συνήθως είναι γύρω στα 4.8 Kb/s.

2.2 Συστήματα Δεύτερης Γενιάς

Από το έτος 1990 μέχρι το 2000, αναβαθμίσθηκε η τεχνολογία των συστημάτων της πρώτης γενιάς, με αποτέλεσμα να λειτουργήσουν τα οργανωμένα πλέον κυτταρικά συστήματα κινητής τηλεφωνίας (cellular mobile radiocommunication systems) 2ης *Γενιάς.* Το χαρακτηριστικό των συστημάτων αυτών είναι η πολύ-ιεραρχική λειτουργική δομή τους, η υψηλή χωρητικότητά τους από πλευράς εξυπηρέτησης χρηστών, η δυναμική διαχείριση του ράδιο-φάσματος των συχνοτήτων και το κυτταρικό πρότυπο επαναχρησιμοποίησης των συχνοτήτων (frequency re-use pattern). Τα συστήματα αυτά είναι το DECT, GSM, DCS-1800, ERMES, TETAA και το TFTS. Πρέπει να σημειωθεί ότι η τεχνολογία των συστημάτων αυτών εξελίχθηκε διαχρονικά από την αναλογική στην ψηφιακή μορφή ενώ για τις υπηρεσίες της φωνής και των δεδομένων χρησιμοποιούνται ρυθμοί μετάδοσης οι οποίοι θα προσεγγίσουν τα 2 Mbps. Τα συστήματα της δεύτερης γενιάς λειτουργούν σε συχνότητες υψηλότερες από αυτές των συστημάτων της πρώτης γενιάς (π.χ. το σύστημα GSM λειτουργεί στην περιοχή των 900 MHz και το σύστημα DCS-1800 λειτουργεί στην περιοχή των 1800 MHz).

2.2.1 Το σύστημα GSM

Το GSM είναι το Ευρωπαϊκό ψηφιακό κυτταρικό σύστημα 2ης Γενιάς (2G). Παρουσιάστηκε για πρώτη φορά το 1992, και σήμερα είναι ευρέως διαδεδομένο στην Ευρώπη και σταδιακά αρχίζει να κατακτά την Ασία και την Αυστραλία. Πριν την εισαγωγή του GSM οι ευρωπαϊκές χώρες είχαν μη συμβατά εθνικά πρότυπα για κυτταρικά συστήματα. Η υπηρεσία του GSM για αποστολή μηνυμάτων (SMS, Short Message Service) προς το παρόν επιτρέπει την αποστολή μικρών μηνυμάτων (μέχρι 160 χαρακτήρες), παρέχοντας έτσι μια υπηρεσία που μοιάζει περισσότερο με συσκευή pager (συσκευή μηνυμάτων). Στο GSM ένα τηλέφωνο μπορεί να συνδεθεί με έναν υπολογιστή και να πραγματοποιηθεί έτσι μέσω του GSM επικοινωνία υπολογιστών. Το GSM χρησιμοποιεί τεχνολογία TDMA, παρέχει ταχύτητες δεδομένων 9.6kbps/14.4kbps. Η αναβάθμιση, σε σύστημα πακέτων, του GSM, λέγεται GPRS και μπορεί να δώσει ταχύτητες μέχρι 114kbps. Το GPRS είναι μια ενδιάμεση τεχνολογία προς την τεχνολογία 3G, και είναι γνωστή σαν 2,5G.

Στατιστικά στοιχεία χρήσης[1]

Η δεύτερη γενιά των συστημάτων ασύρματης κινητής πρόσβασης έχουν γνωρίσει ευρεία αποδοχή στον ανεπτυγμένο τεχνολογικά κόσμο.
Στον πίνακα που ακολουθεί φαίνονται στοιχεία για την αγορά των συστημάτων ασύρματης πρόσβασης παγκοσμίως (Αυγ. 2004)

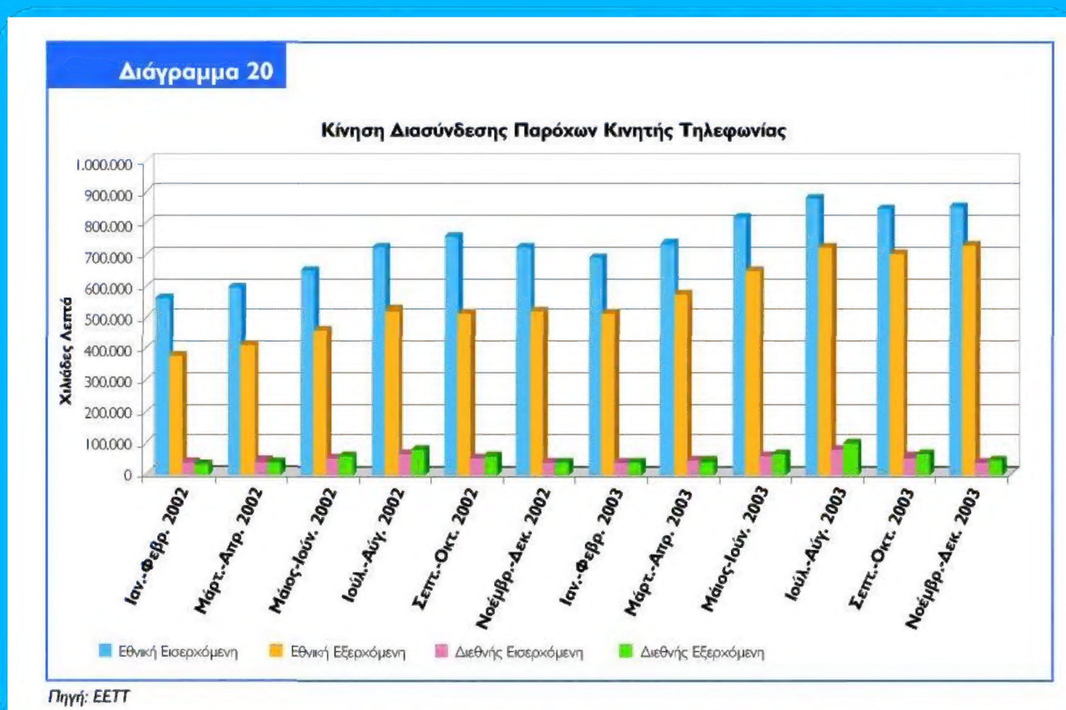
Παγκόσμιοι Κινητοί Χρήστες	1.52 δις.
Σύνολο Αφρικανών χρηστών	53m
Σύνολο Ευρωπαίων χρηστών	342.43
Σύνολο Ν. Αφρικανών χρηστών	19m
Αναλογικοί χρήστες	34m
Σύνολο Κινητών Χρηστών ΗΠΑ	140m
Χρήστες CDMA παγκοσμίως	202m
Χρήστες CDMA2000 παγκοσμίως	86.2m
Χρήστες GSM παγκοσμίως	1.25 δις.
Χρήστες TDMA παγκοσμίως	120m
#1 σε συσκευές 1Q04	Nokia(35.5%)
#1 σε υποδομή	Ericsson
#1 Χώρα κινητών χρηστών	Κίνα (300m)
#1 Δίκτυο στην Αφρική	Vodacom(11m)
#1 Δίκτυο στην Ασία	Unicom (153m)
#1 Δίκτυο στην Ευρώπη	T-Mobil (28m)
#1 Δίκτυο στην Ιαπωνία	DoCoMo
Πωλήσεις κινητών τηλεφώνων παγκοσμίως 2003	520m
GSM	
Διείσδυση στην Ευρώπη	70.2%
Διείσδυση προπληρωμένης πρόσβασης στην Ευρώπη	63%
#1 Χώρα GSM	Κίνα (282m)
GSM μέλη	574

[1] Πηγή: Cellular Online, http://cellular.co.za/index.htm

GSM χώρες σε λειτουργία	190
SMS	
SMS /μήνα παγκοσμίως	36/χρήστη
SMS που στάλθηκαν το 2003	410 δις.
SMS που στάλθηκαν στη Γερμανία 4Q02	30 δις.
SMS που στάλθηκαν παγκοσμίως 1Q04	135 δις.
SMS που στάλθηκαν στην Αγγλία 3/2004	2.1 δις.
SMS #1 χώρα	Φιλιππίνες
3G σύνολο χρηστών	130m
3G Κόστος αδείας στην Ευρώπη	110 δις. Euros

Το 1990, το κόστος των δικτύων GSM ήταν 50% για το Δίκτυο Πρόσβασης , 50% για το δίκτυο κορμού (μεταφοράς). Το 2003 το κόστος για το δίκτυο κορμού είναι 20% ενώ το δίκτυο Πρόσβασης 80%. Όπως έχει παρατηρηθεί η τεχνολογία WAP δεν είχε μεγάλη επιτυχία. Επίσης, τα MMS είναι πιο ελκυστικά από τα SMS αν και τα τελευταία αποφέρουν το 15% των εσόδων παγκοσμίως ($13δις το 2001).Το 2004 τα έσοδα από τα μηνύματα αναμένεται να φτάσουν τα $45,2 δις (26,6 από SMS και $18,6 δις από τα MMS/EMS. Η χρήση του GPRS δεν φαίνεται να αυξάνεται με τους αναμενόμενους ρυθμούς. Για παράδειγμα στη Σουηδία, και οι 3 πάροχοι προσέφεραν δωρεάν δοκιμαστική χρήση. Μονό 10% των ιδιοκτητών GPRS κινητών έκαναν χρήση αυτής της προσφοράς. (πηγή: Baskerville, Mobile Status Report 2002)

Ιδιαίτερα για την Ελλάδα, σύμφωνα με την έκθεση πεπραγμένων της ΕΕΤΤ για το έτος 2003, η κατάσταση στο χώρο της κινητής τηλεφωνίας είναι η ακόλουθη:
Τα οικονομικά μεγέθη των τεσσάρων παρόχων που δραστηριοποιούνται στον τομέα των κινητών επικοινωνιών στην Ελλάδα, παρουσίασαν αύξηση. Σημειωτέον ότι οι ίδιοι πάροχοι έχουν και Άδειες, για την εμπορική διάθεση και εκμετάλλευση των δικτύων 3ης Γενιάς. Η κίνηση Διασύνδεσης των παροχών κινητής τηλεφωνίας, (Διάγραμμα 20) παρουσίασε αυξητικές τάσεις. Στο εν λόγω Διάγραμμα, παρουσιάζεται η εθνική και η διεθνής κίνηση Διασύνδεσης (εισερχόμενη και εξερχόμενη) για τους τέσσερις παρόχους κινητής τηλεφωνίας. Η εθνική κίνηση αφορά στην κίνηση η οποία προέρχεται από (εισερχόμενη) ή προορίζεται προς (εξερχόμενη) άλλους εγχώριους παρόχους σταθερής και κινητής τηλεφωνίας, ενώ η διεθνής κίνηση προέρχεται από ή προορίζεται προς παρόχους του εξωτερικού.



Εικόνα 1: Κίνηση Διασύνδεσης Παρόχων Κινητής Τηλεφωνίας

Στο Διάγραμμα 21 παρουσιάζεται η προαναφερόμενη κίνηση ανά έτος.

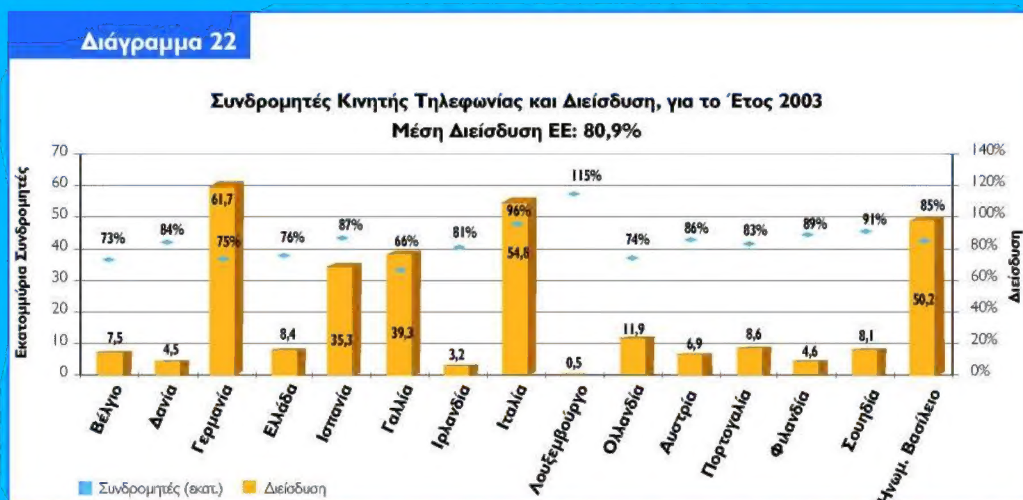


Εικόνα 2: Ετήσια Κίνηση Διασύνδεσης Παρόχων Κινητής Τηλεφωνίας

Συνολικά, ο τομέας εκτιμάται ότι σημείωσε αύξηση σε όλα τα βασικά οικονομικά μεγέθη του σε σχέση με το 2002. Αναλυτικότερα και με βάση τους δημοσιοποιημένους ισολογισμούς (εννεαμήνου 2003) των παροχών, εκτιμάται ότι οι πωλήσεις θα παρουσιάσουν αύξηση της τάξης του 17%, φτάνοντας για το 2003 τα 3,4 δισ. ευρώ. Αντίστοιχα, υπολογίζεται ότι τα κέρδη του τομέα (προ φόρων τόκων και αποσβέσεων) θα πλησιάσουν τα 790 εκατ. ευρώ (αύξηση της τάξης του 18% σε σχέση με το 2002) και ο αριθμός των εργαζομένων εκτιμάται γύρω στις 6.000 (αύξηση της τάξης του 4 έως 4,5% σε σχέση με το προηγούμενο έτος).

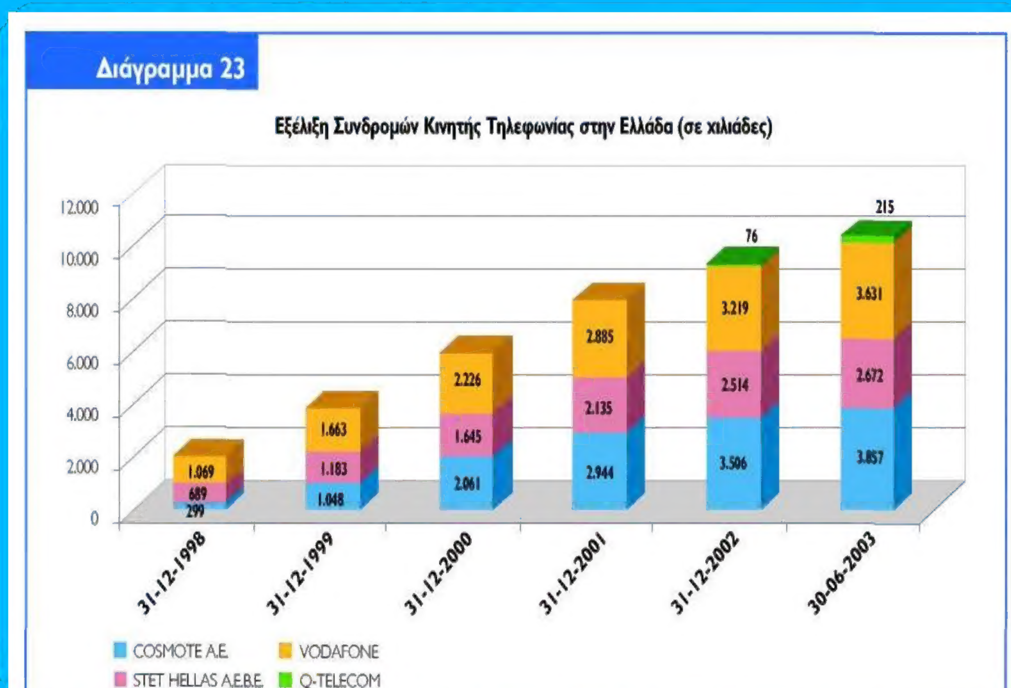
Ο αριθμός των ενεργών συνδρομητών στο τέλος του 2003 υπολογίζεται στα 8,9 εκατ. Ως ενεργοί συνδρομητές, ορίζονται όλοι οι συνδρομητές συμβολαίου και οι συνδρομητές καρτοκινητής από τους οποίους έχει παραχθεί έσοδο κατά τη διάρκεια του τελευταίου τριμήνου. Βάσει του ανωτέρω αριθμού συνδρομητών, η

διείσδυση στον πληθυσμό της χώρας υπολογίζεται σε 80,9%. Σημειώνεται ότι ο ίδιος δείκτης εκτιμήθηκε στο 76% στα μέσα του 2003.



Εικόνα 3:Διείσδυση κινητής τηλεφωνίας για το 2003 (Πηγή: Έκθεση της Ευρωπαϊκής Επιτροπής)

Τα στοιχεία για τη Δανία, την Ελλάδα, την Πορτογαλία, τη Σουηδία και το Ηνωμένο Βασίλειο αναφέρονται στον Ιούλιο 2003. Τα στοιχεία της Ισπανίας αναφέρονται στον Ιούνιο 2003, ενώ για τη Φιλανδία και την Ιταλία το σημείο αναφοράς είναι το τέλος Σεπτεμβρίου 2003.
Όσον αφορά στις συνδρομές, βάσει των ανακοινώσεων των παροχών κινητής τηλεφωνίας, ο αριθμός τους ανήλθε στα μέσα του 2003 στα 10,4 εκατ. (Διάγραμμα 23). Εκτιμάται ότι στον αριθμό αυτό προσμετρούνται παραπάνω από μία φορά οι συνδρομητές που διαθέτουν περισσότερες από μία συνδέσεις καθώς και οι μη ενεργοί συνδρομητές.



Εικόνα 4: Εξέλιξη συνδρομητικής βάσης κινητής τηλεφωνίας

Βάσει των ανωτέρω στοιχείων, στο Διάγραμμα 24 παρουσιάζεται η διαχρονική εξέλιξη των μεριδίων αγοράς των παροχών



Εικόνα 5: Μερίδια αγοράς κινητής τηλεφωνίας

Παρατηρείται επίσης, ότι οι πάροχοι του τομέα είναι σταθερά προσανατολισμένοι στην περαιτέρω ανάπτυξη και εκμετάλλευση υπηρεσιών υψηλής προστιθέμενης αξίας. Ως εκ τούτου, όλοι οι πάροχοι προσφέρουν ολοκληρωμένες υπηρεσίες στον τομέα της ενημέρωσης (χρηματιστήριο, καιρός, υγεία, αθλητισμός), της διασκέδασης (κινηματογράφος, θέατρα, νυχτερινά κέντρα), καθώς και της ψυχαγωγίας (πολυφωνικοί ήχοι, λογότυπα, παιχνίδια γνώσεων). Βασική πηγή εσόδων αποτελούν και τα Σύντομα Γραπτά Μηνύματα (SMS), τα οποία τυγχάνουν αυξανόμενης χρήσης (Διάγραμμα 26) από το κοινό. Το 2003 ο αριθμός τους προσέγγισε τα 4 δισ. μηνύματα. Όσον αφορά στον αριθμό των εξερχόμενων Μηνυμάτων Πολυμέσων (Multimedia Message Service - MMS), υπολογίζεται σε 6.610.000.



Εικόνα 6: Εξερχόμενα SMS ανά έτος

2.3 Συστήματα Τρίτης Γενιάς

Η επιτυχής επέκταση και η παγκόσμια αποδοχή των κινητών συστημάτων δεύτερης γενεάς (2G) τηλεπικοινωνιών που συνδυάζονται με την ανάγκη για πιο προηγμένες και πανταχού παρούσες κινητές υπηρεσίες έχουν προετοιμάσει το έδαφος των αποκαλούμενων συστημάτων τηλεπικοινωνιών τρίτης-γενιάς (3G).
Η αρχιτεκτονική των συστημάτων 3G είναι βασισμένη:

- σε απαιτήσεις της αγοράς και
- στα χαρακτηριστικά της εγκατεστημένης βάσης υποδομής (2G συστήματα).

Πράγματι, δεδομένου ότι πολλοί προμηθευτές δικτύων έχουν επενδύσει ήδη σε έναν μεγάλο αριθμό στοιχείων δικτύων, επιδιώχτηκε να κρατηθούν τα ίδια στοιχεία στα συστήματα 3G οπουδήποτε είναι δυνατόν. Επίσης, οι τελικοί χρήστες και οι χειριστές δικτύων έχουν διατυπώσει έναν κατάλογο απαιτήσεων για τα συστήματα 3G. Από την άποψη του τελικού χρήστη, οι βασικές απαιτήσεις περιλαμβάνουν την παγκόσμια λειτουργία, τις προηγμένες υπηρεσίες, τα ευφυή τερματικά και βελτιώσεις στη ποιότητα. Από την άποψη του χειριστή δικτύων, οι βασικές απαιτήσεις περιλαμβάνουν, αυξανόμενο εισόδημα, διαχείριση και λειτουργία, ενισχυμένη ικανότητα δικτύων (π.χ. περισσότεροι πελάτες σε μια δεδομένη περιοχή), αυξανόμενη χρησιμοποίηση των πόρων, ενισχυμένη και γρήγορη υπηρεσία ασφάλειας, κ.λπ.
Είναι επίσης σημαντικό να επισημανθεί ότι η ***δικτυακή αρχιτεκτονική δεν σχεδιάστηκε έχοντας κατά νου την παροχή τηλεφωνικών υπηρεσιών αλλά την υπηρεσία πολυμέσων***. Η υποστήριξη πολλών υπηρεσιών μέσα σε ένα κινητό περιβάλλον ήταν ένας από τους αρχικούς στόχους και θεωρείται κύριο χαρακτηριστικό των συστημάτων 3G. Επιπλέον, η κινητή πρόσβαση στις υπηρεσίες Διαδικτύου ήταν ένα άλλο κύριο χαρακτηριστικό. Αυτό το γνώρισμα θεωρήθηκε σημαντικό επειδή η πρόσφατη εξέλιξη Διαδικτύου και η αξιοπρόσεκτη δημοτικότητά του απαίτησε τη μετανάστευση των υπηρεσιών Διαδικτύου στο κινητό περιβάλλον. Η μετανάστευση αυτή αποτελεί τη σύγκλιση μεταξύ της κινητής τηλεφωνίας και του Διαδικτύου.
Σε αυτό το πλαίσιο, τα συστήματα 3G είναι όχι μόνο συστήματα κινητών τηλεφώνων παρόμοια με 2G, αλλά τα συστήματα πολυμέσων με τις ενισχυμένες ικανότητες και Πρόσβαση Διαδικτύου.

2.3.1 Απαιτήσεις για τα συστήματα 3G

Μερικές από τις σημαντικότερες απαιτήσεις σχεδίασης για τα συστήματα 3G περιλαμβάνουν τα εξής:

- σφαιρική περιπλάνηση
- ευρύ φάσμα λειτουργικών περιβαλλόντων, συμπεριλαμβανομένης της εσωτερικής, χαμηλής κινητικότητας, πλήρους κινητικότητας, και σταθερής ασύρματης πρόσβασης
- ευρύ φάσμα απόδοσης, από τη φωνή και τη μετάδοση δεδομένων χαμηλής ταχύτητας μέχρι πολύ υψηλής ταχύτητας υπηρεσίες δεδομένων πακέτων και κυκλωμάτων

- ευρύ φάσμα προηγμένων υπηρεσιών, συμπεριλαμβανομένης της φωνής, φωνής και δεδομένων ταυτόχρονα, δεδομένων μόνο, και υπηρεσίες θέσης
- προηγμένες ικανότητες πολυμέσων που υποστηρίζουν την πολλαπλή ταυτόχρονη φωνή, υψηλής ταχύτητας πακέτα δεδομένων, υψηλής ταχύτητας υπηρεσίες κυκλωμάτων με δυνατότητα ποιότητα υπηρεσίας (QoS) και διαχειριστικές ικανότητες
- αρθρωτή δομή για να υποστηρίξει τα υπάρχοντα και μελλοντικά πρωτόκολλα σηματοδοσίας
- συνεχόμενη διαλειτουργικότητα και μεταγωγή με τα υπάρχοντα συστήματα 2G
- ομαλή εξέλιξη από τα υπάρχοντα συστήματα 2G
- υποστήριξη για τις υπάρχουσες υπηρεσίες 2G, συμπεριλαμβανομένων των κωδικοποιητών φωνής, υπηρεσιών δεδομένων, υπηρεσιών fax, SMS, κ.λπ.

Η ποιοτική και ποσοτική διαφοροποίηση μεταξύ συστημάτων 3G και 2G θεωρείται σημαντικός παράγοντας στην επιτυχία των συστημάτων 3G. Για να γίνει αισθητή αυτή η διαφοροποίηση, οι ακόλουθες απαιτήσεις υπηρεσιών θεωρούνται πολύ σημαντικές:

- καλύτερη ποιότητα φωνής
- ευρύ φάσμα φωνητικών και μη υπηρεσιών
- υψηλή αποδοτικότητα ισχύος, ειδικά στον κινητό
- αποδοτική χρησιμοποίηση φάσματος (που είναι υποχρεωτική για την παροχή υψηλού ρυθμού δεδομένων)
- ευρύ φάσμα πυκνότητας και κάλυψης χρηστών

2.3.2 Γενικές απόψεις για τα συστήματα 3^{ης} Γενιάς (3G)

Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι, ένα σύστημα τηλεπικοινωνιών 3G, δεν τυποποιεί τις ίδιες τις υπηρεσίες αλλά παρέχει τα μέσα με τα οποία:

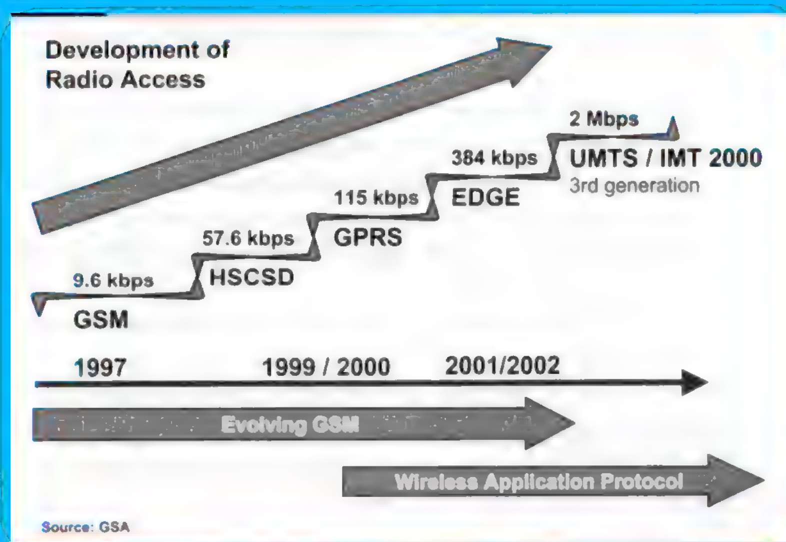
- οι χρήστες μπορούν να συνδεθούν με υπηρεσίες από οπουδήποτε
- υπάρχουν τιμολογιακές και λογιστικές λειτουργίες
- διαχειρίζεται το δίκτυο
- παρέχεται ασφάλεια
- ρυθμίζονται οι ράδιο πόροι, κ.λπ.

Οι υπηρεσίες προσφέρονται στους χρήστες μέσω μιας μεγάλης ποικιλίας φορέων παροχής υπηρεσιών και του χειριστών δικτύων. Η εμπειρία των χρηστών πρέπει να είναι ίδια ανεξάρτητα του τόπου και χρόνου. Δηλ. ο χρήστης πρέπει να αντιλαμβάνεται ένα εικονικό οικογενειακό περιβάλλον (Virtual Home Environment-VHE), ανεξάρτητα από τη θέση, δηλ. ανεξάρτητα από το εξυπηρετώντας δίκτυο και ανεξάρτητα από τα μέσα πρόσβασης. Ένα VHE δίκτυο 3G πρέπει να είναι ικανό να προσαρμόσει την παροχή υπηρεσιών στις ιδιαίτερες ικανότητες του τερματικού και της πρόσβασης του περιβάλλοντος που χρησιμοποιείται κάποια χρονική στιγμή.
Όπως αναφέρθηκε ήδη, ο βασικός οδηγός για τα συστήματα 3G είναι η αυξανόμενη ζήτηση για υπηρεσίες πολυμέσων. Η ζήτηση αυξάνεται επίσης για την πρόσβαση σε διαφορετικούς τύπους μέσων, κατά συνέπεια τα συστήματα πρέπει να παρέχουν υπηρεσίες στενής και ευρείας ζώνης (π.χ. φωνή,

δεδομένα, γραφική παράσταση, εικόνες και βίντεο). Αυτή η απαίτηση πρέπει να παραδοθεί οικονομικά, με δαπάνες που γίνονται κατανοητές από το χρήστη. Είναι επίσης σημαντικό να επισημανθεί ότι τα συστήματα 3G στοχεύουν να ικανοποιήσουν τις απαιτήσεις του καταναλωτή (όχι μόνο την επιχείρηση) για την προσωπική κινητή επικοινωνία. Επομένως, οι συνδρομές που πρέπει να πληρώνουν για τον εξοπλισμό και τη χρήση υπηρεσιών πρέπει να περιοριστούν στο ελάχιστο. Αυτό καθιστά απαραίτητο την ύπαρξη κοινών πρότυπα για να χτιστεί ένα ευρέως αποδεκτό πλαίσιο όπου:

- υπάρχει μαζική παραγωγή χαμηλότερου κόστους για τους κατασκευαστές
- υπάρχουν ανοικτές διεπαφές για τους χειριστές δικτύων, την υπηρεσία και τους προμηθευτές.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει θέσει ως στόχο να δημιουργήσει τις κατάλληλες τεχνικές προδιαγραφές των νέων αυτών συστημάτων, ώστε να διαχειρίζονται αξιόπιστα και σε πραγματικό χρόνο τις υπηρεσίες των πολυμέσων (multimedia). Τα νέα αυτά συστήματα είναι το UMTS, MBS και τα WLANs. Πρέπει να σημειωθεί ότι με την εισαγωγή των συστημάτων κινητής τηλεφωνίας Ευρείας Ζώνης (Broadband Mobile Systems - BMS), εκτιμάται ότι ***θα οδηγηθούμε τελικά σε μετάδοση δεδομένων με ρυθμούς της τάξης των 155 Mbps.*** Ένα από τα κύρια χαρακτηριστικά των συστημάτων αυτών είναι ότι θα βασίζονται σε μικρο-κυτταρική (micro-cellular) και πικο-κυτταρική (pico-cellular) δομή, ενώ οι τελικές συχνότητες λειτουργίας θα ανήκουν στη φασματική περιοχή των 50-60 GHz, προκειμένου να επιτευχθούν οι απαιτούμενοι υψηλοί ρυθμοί μετάδοσης δεδομένων. Στα πλαίσια της μελέτης, του σχεδιασμού και της υλοποίησης των συστημάτων αυτών θα πρέπει να επιλυθούν πολλά εμφανιζόμενα προβλήματα σχετικά με προσαρμογή του ράδιο-διαύλου - ραδιεπαφή (air interface) στο σταθερό επικοινωνιακό δίκτυο. Αυτά ανήκουν στην κατηγορία της εμπλοκής σύνθετων κυτταρικών δομών, και διαδικασιών για την βέλτιστη χρήση του περιορισμένου εύρους ζώνης (bandwidth), κατά την μετάδοση και λήψη της πληροφορίας, καθώς και της εργονομίας του τερματικού εξοπλισμού. Στην περίπτωση της διαχείρισης της σύνθετης κυτταρικής δομής, τα μελλοντικά συστήματα κινητής τηλεφωνίας, θα χρησιμοποιούν πολλούς τύπους κυττάρων ανάλογα με την στιγμιαία τους θέση. Η σύνδεσή τους θα είναι δυσδιάστατη στις περισσότερες περιοχές (π.χ. εθνικές οδοί, πυκνοκατοικημένες περιοχές, κ.λ.π.) και τρισδιάστατη (π.χ. εντός κτιρίων).



Εικόνα 7: Εξέλιξη της Ράδιο-πρόσβασης

2.3.3 Πρότυπα δικτύων 3ης Γενιάς (3G)

2.3.3.1 Το πρότυπο IMT-2000

Το IMT-2000 (International Mobile Telecommunications-2000) είναι το πρότυπο του ITU για την τεχνολογία 3G με σκοπό την αναβάθμιση και την ενοποίηση των υπαρχόντων συστημάτων βάσει μίας κοινής και εύκαμπτης υποδομής.

Βασικά στοιχεία για το IMT-2000

Ο όρος IMT-2000 επιλέχτηκε για να δείξει ότι απεικονίζει συστήματα τα οποία έχουν ως σκοπό να λειτουργήσουν περίπου στα 2000 MHz και ότι θα είναι διαθέσιμο περίπου το 2000. Το πρότυπο αναπτύχθηκε σαν μια λύση στην γρήγορη ανάπτυξη και ποικιλία των κινητών υπηρεσιών. Είναι σχεδιασμένο να μπει σε εφαρμογή μεταξύ 2000-2005. Έχει ως σκοπό να παρέχει παγκόσμια κάλυψη και περιαγωγή (roaming) και ένα ενισχυμένο σετ από υπηρεσίες στους χρήστες κινητών τηλεφώνων. Χαρακτηριστικό του IMT-2000 είναι η ενοποίηση των σταθερών και των κινητών δικτύων. Αυτή η ενοποίηση θα διευκολύνει την παροχή των υπηρεσιών των σταθερών δικτύων μέσω της ασύρματης υποδομής, κάνοντας τα σταθερά και κινητά δίκτυα να προχωρούν προς σύγκλιση με πολύ γρήγορο ρυθμό.
Κατά τη φάση της σχεδίασης επιλέχτηκε η ισορροπία μεταξύ της ανάγκης για πρότυπα παγκοσμίως διαθέσιμα και τις απαιτήσεις τις εξέλιξης ανά τόπο. Κάθε μέλος της οικογένειας του IMT-2000 μπορεί να παρέχει υπηρεσίες σε συνδρομητές άλλων μελών της οικογένειας, σε μία κατάσταση παγκόσμιας περιαγωγής (global roaming). Ωστόσο το κάθε μέλος της οικογένειας μπορεί να έχει εσωτερικά συστήματα με διαφορετικές προδιαγραφές. Επίσης το κάθε μέλος της οικογένειας έχει την επιλογή να αναπτύξει επιλεκτικά μόνο αυτές τις δυνατότητες του προτύπου IMT-2000 τις οποίες χρειάζεται, για να υποστηρίξει τις υπηρεσίες που έχει επιλέξει να προσφέρει.

Οι απαιτήσεις του IMT-2000

Οι απαιτήσεις του προτύπου IMT-2000 είναι οι εξής:

- Ποιότητα φωνής ισοδύναμη με την ενσύρματη.

- Ασφάλεια ισοδύναμη με τα ISDN/PSTN.
- Πολλαπλή υποστήριξη, δημόσια, ιδιωτική, οικιστική.
- Αλληλοσύνδεση με άλλους κινητούς και σταθερούς χρήστες.
- Εθνική και διεθνής περιαγωγή (roaming).
- Υπηρεσίες σε σταθερούς χρήστες.
- Αποδοτικότητα υψηλού φάσματος.
- Συνύπαρξη και αλληλοσύνδεση με δορυφόρους.
- Ταχύτητες αποστολής δεδομένων που να προσεγγίζουν τα 2 Mbps.

2.3.3.2 Το σύστημα UMTS

Το UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) είναι μέλος της οικογένειας συστημάτων του IMT-2000 και αποτελεί την ευρωπαϊκή πρωτοβουλία ***για τη μετάβαση στη τρίτη γενιά ασύρματης επικοινωνίας.***
Ένα σοβαρό ενδιαφέρον για το UMTS είναι η παροχή στους χρήστες ενός μεγάλου εύρους υπηρεσιών σε ένα ολοκληρωμένο περιβάλλον. Θα προσφέρει στους χρήστες σε ευρεία ζώνη υψηλή ποιότητα πληροφορίας και υπηρεσίες εμπορίου και ψυχαγωγίας μέσω σταθερών, ασυρμάτων και δορυφορικών δικτύων. Οι υπηρεσίες που θα προσφέρονται από το UMTS θα είναι χαμηλού κόστους, με **ταχύτητα αποστολής δεδομένων που θα φτάνει τα 2 Mbps**, παγκόσμια περιαγωγή (roaming) και άλλες προχωρημένες δυνατότητες. Φωνή, δεδομένα, εικόνες, γραφικά βίντεο και άλλες μορφές πληροφορίας θα προσφέρονται στους χρήστες οι οποίοι πιθανώς να βρίσκονται σε κίνηση.
Το UMTS περιλαμβάνει δύο πρότυπα. Το W-CDMA (Wideband CDMA) και το TD - CDMA, ένας συνδυασμός του WCDMA και του TDMA (Time Division Multiple Access).
Το φάσμα που χρησιμοποιεί το UMTS, είναι 235 MHz γύρω από τα 2 GHz και κάθεται ακριβώς πάνω από το φάσμα του GSM1800. Δεν είναι ολόκληρο διαθέσιμο για το επίγειο UMTS γνωστό ως T-UMTS (Terrestrial UMTS), ένα αέρος είναι κλεισμένο για διεθνή δορυφορική λειτουργία και 20 MHz χρησιμοποιούνται ήδη από τα DECT. Το T-UMTS περιλαμβάνει 2 x 60 MHz ζεύγους φάσματος και δύο ανεξάρτητα μπλοκ αζευγάρωτου. Η πλήρης κατανομή του φάσματος δεν είναι διαθέσιμη σε όλες τις Ευρωπαϊκές χώρες. Στις περισσότερες ένα μέρος καταλαμβάνεται από στρατιωτικές εφαρμογές αλλά σύμφωνα με ντιρεκτίβα της Ευρωπαϊκής Ένωσης όλες οι χώρες θα πρέπει να έχουν τουλάχιστον 2 x 40 MHz ζεύγους φάσματος διαθέσιμο μέχρι το τέλος του 2002. Απομένει να επικυρωθεί πόσο από το φάσμα του UMTS θα είναι στη πραγματικότητα χρησιμοποιήσιμο καθώς υπάρχουν ακόμα τεχνικές αβεβαιότητες όσον αφορά τα όρια μεταξύ των διαφόρων χειριστών του φάσματος, κατανομές των γειτονικών φερόντων και κάποια άλλα.

Ο πυρήνας του δικτύου είναι μια εξελιγμένη έκδοση του πυρήνα GSM και είναι συμβατός προς τα πίσω με το GSM δίκτυα. Οι χρήστες έχουν πρόσβαση στις υπηρεσίες μέσω του δικτύου κορμού με τη βοήθεια ενός ιδιαίτερου δικτύου πρόσβασης.
Στο UMTS, το κεντρικό δίκτυο έχει αποσυνδεθεί από τις πτυχές του δικτύου πρόσβασης και για αυτόν τον λόγο διαφορετικές τεχνολογίες μπορούν να

χρησιμοποιηθούν μέσα στη περιοχή δικτύων πρόσβασης. Τέτοιες τεχνολογίες πρόσβασης στο δίκτυο περιλαμβάνουν το UMTS Επίγεια Ράδιο πρόσβαση (UMTS Terrestrial Radio Access-UTRAN), το τυποποιημένο υποσύστημα σταθμών βάσεων GSM (GSM BSS), το δίκτυο πρόσβασης GSM/EDGE (GERAN), που είναι μια εξελιγμένη έκδοση του GSM BSS, Δορυφορικό δίκτυο ράδιοπρόσβασης UMTS (UMTS Satellite Radio Access-USRAN), ευρυζωνική ράδιοπρόσβαση (BRAN), π.χ. HIPERLAN/2, 802.11, κ.λ.π. και επίσης σταθερά δίκτυα πρόσβασης. Η γενική δικτυακή αρχιτεκτονική είναι μια υψηλού επιπέδου αντιπροσώπευση που προσδιορίζει το λειτουργικό πρότυπο και το φυσικό πρότυπο του συστήματος.

Χαρακτηριστικά του UMTS

Τα χαρακτηριστικά του UMTS είναι τα εξής:

- Ταχύτητα αποστολής δεδομένων 2 Mbps για νεωτεριστικές υπηρεσίες.
- Υποστήριξη ευρείας ζώνης δικτυακή πρόσβαση με την ενοποίηση UMTS και B-ISDN χρησιμοποιώντας ATM.
- Υποστήριξη ενός μεγάλου εύρους υπηρεσιών οι οποίες θα προσαρμόζονται ανάλογα με τις απαιτήσεις του χρήστη.
- Προσφορά ποιότητας υπηρεσιών τουλάχιστον ισοδύναμη με τα σταθερά δίκτυα.
- Είναι ένα ανοικτό σύστημα για τη δημιουργία νέων υπηρεσιών και εφαρμογών κατά απαίτηση.
- Κατανομή της χωρητικότητας μετάδοσης εύκαμπτα, γρήγορα και κατά απαίτηση.
- Λειτουργία σε παγκόσμια βάση (ή τουλάχιστον σε πανευρωπαϊκή), σε όλα τα περιβάλλοντα και σε όλες τις περιοχές με περιαγωγή (roaming) γύρω από αυτές.
- Υποστήριξη του ανταγωνισμού στη παροχή τηλεπικοινωνιακών υπηρεσιών σε όλα τα περιβάλλοντα και μεταξύ όλων των εφαρμογών.
- Καταμερισμός των φασματικών πόρων μεταξύ του μεγάλου αριθμού των δικτυακών επιχειρήσεων, δημοσιών και ιδιωτικών.
- Καταμερισμός των φασματικών πόρων μεταξύ όλων των εφαρμογών κατά έναν αμοιβαία μη καταστρεπτικό τρόπο.
- Καταμερισμός των φασματικών πόρων μεταξύ της βασικής ομάδας υπηρεσιών υψηλών στάνταρ λιγότερο χρησιμοποιούμενων νεωτεριστικών υπηρεσιών.

Το δορυφορικό UMTS (S-UMTS)

Προηγουμένως έγινε αναφορά στο UMTS γνωστό και ως T-UMTS (Terrestrial UMTS). Ο όρος S-UMTS (Satellite UMTS) αναφέρεται στο δορυφορικό σύστημα UMTS το οποίο έχει σκοπό να αναπτύξει η Ευρώπη. Τα δορυφορικά συστήματα επικοινωνίας έχουν μια έμφυτη ικανότητα να εκπληρώνουν τις απαιτήσεις της κοινωνίας της πληροφορίας, για πανταχού παρούσα πρόσβαση. Σε πείσμα αυτών των προϋποθέσεων, η κατάσταση όσον αφορά το δορυφορικό UMTS είναι τελείως διαφορετική από αυτή που αφορά το επίγειο σύστημα UMTS (T-UMTS). Αν η Ευρώπη κατάφερε να δημιουργήσει μία ομοφωνία όσον αφορά το πρότυπο του επίγειου UMTS (T-UMTS) το οποίο υποστηρίζεται ευρέως και από την Αμερική και την Ιαπωνία, το ίδιο δε μπορεί να λεχθεί και για το δορυφορικό UMTS (S-UMTS).

Στόχοι της ασφάλειας στο UMTS

Οι γενικοί στόχοι της ασφάλειας UMTS μπορούν να συνοψιστούν ως εξής:

1. Εξασφάλιση ότι οι πληροφορίες που παράγονται από ή σχετικά με έναν χρήστη προστατεύονται επαρκώς από κακή χρήση ή κατάχρηση.
2. Εξασφάλιση ότι οι πόροι και οι υπηρεσίες που παρέχονται από τα δίκτυα προστατεύονται επαρκώς από κακή χρήση ή κατάχρηση.
3. Εξασφάλιση ότι τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα ασφάλειας που τυποποιούνται είναι συμβατά και διαθέσιμα παγκόσμια (ένας τουλάχιστον αλγόριθμος μπορεί να εξαχθεί σε παγκόσμια βάση).
4. Εξασφάλιση ότι τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα ασφάλειας είναι επαρκώς τυποποιημένα για να εξασφαλίσουν παγκόσμια διαμεταγωγή μεταξύ διαφορετικών εξυπηρετών δικτύων.
5. Εξασφάλιση ότι το επίπεδο προστασίας που διατίθεται στους χρήστες και τους παροχείς υπηρεσιών είναι καλύτερο από αυτός που παρέχεται στα σύγχρονα σταθερά και κινητά δίκτυα.
6. Εξασφάλιση ότι η εφαρμογή των χαρακτηριστικών γνωρισμάτων και των μηχανισμών ασφάλειας UMTS μπορεί να είναι εκτεταμένη και ενισχυμένη όπως απαιτείται από τις νέες απειλές και υπηρεσίες.

Όπως υπονοείται από τα ανωτέρω, διάφορες θεμελιώδεις πτυχές της ασφάλειας GSM διατηρούνται στο UMTS. Ειδικότερα, υιοθετούνται οι ακόλουθες πτυχές ασφάλειας του GSM στο UMTS με μερικές βελτιώσεις:

- <u>Επικύρωση των συνδρομητών για την πρόσβαση υπηρεσιών</u>: Όλοι οι συνδρομητές επικυρώνονται πριν χρησιμοποιήσουν τις απαιτούμενες υπηρεσίες. Η διαδικασία επικύρωσης στοχεύει να ελέγξει ότι η ταυτότητα ενός συνδρομητή είναι η ίδια με αυτή που απαιτείται από το συνδρομητή. Σε μερικές περιπτώσεις, η διαδικασία επικύρωσης είναι προαιρετική. Η ασφάλεια UMTS διευκρινίζει και σφίγγει τους όρους για την προαιρετική περίπτωση.
- <u>Ράδιο κρυπτογράφηση διεπαφών</u>: Οι μεταδόσεις πέρα από τη ράδιοδιεπαφή κρυπτογραφούνται για να προστατεύσουν στην υποκλοπή από αναρμόδια άτομα. Στο UMTS τα σχέδια κρυπτογράφησης σκοπεύουν να είναι ισχυρότερα για να παρέχουν βελτιωμένη προστασία ενάντια σε περίπλοκες επιθέσεις. Τα σχέδια κρυπτογράφησης έχουν σχεδιαστεί έχοντας κατά νου την αυξανόμενη

δύναμη υπολογισμού που είναι διαθέσιμη για την κρυπτολογική ανάλυση σήμερα και στο εγγύς μέλλον.

- Εμπιστευτικότητα ταυτότητας συνδρομητών στη ράδιο διεπαφή: Πέρα από τη ράδιο διεπαφή η μόνιμη ταυτότητα ενός συνδρομητή (δηλ. το IMSI) κρατείται εμπιστευτική και διατίθεται μια προσωρινή ταυτότητα από το δίκτυο για λόγους προσδιορισμού. Το UMTS στοχεύει στην παροχή ενός ασφαλέστερου μηχανισμού για τις προσωρινές ταυτότητες.
- USIM: Μια μετακινούμενη ενότητα ασφάλειας χρησιμοποιείται επίσης στο UMTS για να προσωποποιήσει έναν κινητό τερματικό και για να εφαρμόσει τη λειτουργία ασφάλειας στον εξοπλισμό χρηστών. Αυτή η ενότητα είναι πρόσβαση από τους χειριστές δικτύων Επίσης, αυτή η ενότητα είναι ανεξάρτητη από το κινητό τερματικό όσον αφορά στην ασφάλειά της λειτουργία.

Αρχιτεκτονική ασφάλειας

Σε κάθε λειτουργικό στρώμα της αρχιτεκτονικής UMTS υπάρχουν διάφορα χαρακτηριστικά γνωρίσματα ασφάλειας όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα , όπου τα βέλη δείχνουν τις διεπαφές πάνω από τις οποίες παρέχονται τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα ασφάλειας.
Μια απλή μέθοδος για να ταξινομηθούν τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα ασφάλειας είναι να ληφθεί υπόψη οι στόχοι και οι απειλές που συνδέονται με κάθε χαρακτηριστικό γνώρισμα. Με βάση αυτό, διακρίνουμε τις ομάδες, οι οποίες φαίνονται επίσης στο σχήμα :

- **Ασφάλεια πρόσβασης στο δίκτυο** : Το σύνολο των χαρακτηριστικών γνωρισμάτων ασφάλειας που παρέχουν στους χρήστες ασφαλή πρόσβαση στις υπηρεσίες 3G και που, ειδικότερα, προστατεύουν από τις επιθέσεις στη σύνδεση (ράδιο) πρόσβασης.

- **Ασφάλεια περιοχών δικτύων** : Το σύνολο χαρακτηριστικών γνωρισμάτων ασφάλειας που επιτρέπουν τους κόμβους τη δυνατότητα να ανταλλάσουν ασφαλώς στοιχεία και να προστατεύονται από τις επιθέσεις. Η ασφάλεια περιοχών δικτύων είναι χαρακτηριστικό του χειριστή δικτύων ή του προμηθευτή.

- **Ασφάλεια περιοχών χρηστών** : Το σύνολο των χαρακτηριστικών γνωρισμάτων ασφάλειας που εξασφαλίζουν την πρόσβαση σε κινητό σταθμό. Αυτά τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα περιλαμβάνουν:

    - **Επικύρωση χρήστης- USIM**: Αυτό εξασφαλίζει ότι η πρόσβαση σε USIM είναι περιορισμένη μέχρι το USIM να επικυρώσει το χρήστη. Ως εκ τούτου, εξασφαλίζεται ότι η πρόσβαση στο USIM μπορεί να είναι περιορισμένη σε έναν εξουσιοδοτημένο χρήστη. Για να ολοκληρώσουν αυτό το χαρακτηριστικό γνώρισμα, ο χρήστης και το USIM πρέπει μοιράζονται ένα μυστικό κλειδί (π.χ. ένα PIN) που αποθηκεύεται ασφαλώς στο USIM. Ο χρήστης παίρνει την πρόσβαση στο USIM μόνο εάν εισάγει το σωστό μυστικό κλειδί.
    - **Επικύρωση USIM-τερματικό**: Αυτό εξασφαλίζει ότι η πρόσβαση σε ένα τερματικό είναι περιορισμένη σε εξουσιοδοτημένο USIM.

Το USIM και το τερματικό πρέπει να μοιραστούν ένα μυστικό που αποθηκεύεται ασφαλώς στο USIM και το τερματικό. Γενικά, ένα USIM που αποτυγχάνει να αποδείξει τη γνώση του για τον κωδικό αμφισβητεί την πρόσβαση στο τερματικό.

- **Ασφάλεια περιοχών εφαρμογής**: Το σύνολο των χαρακτηριστικών γνωρισμάτων ασφάλειας που επιτρέπουν στις εφαρμογές να ανταλλάσουν ασφαλώς μηνύματα. Παρέχονται τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:
  - Επικύρωση οντοτήτων εφαρμογών: δύο εφαρμογές είναι σε θέση να επιβεβαιώσουν την ταυτότητα της άλλης .
  - Επικύρωση προέλευσης των στοιχείων εφαρμογής: η λαμβάνουσα εφαρμογή είναι σε θέση να ελέγξει την προέλευση των λαμβανόμενων στοιχείων εφαρμογής
  - Ακεραιότητα των στοιχείων εφαρμογής: η λαμβάνουσα εφαρμογή είναι σε θέση να ελέγξει εάν το στοιχείο εφαρμογής δεν έχει τροποποιηθεί δεδομένου ότι εστάλη από την εφαρμογή αποστολής.
  - Ανίχνευση επανάληψης των στοιχείων εφαρμογής: μια εφαρμογή είναι σε θέση να ανιχνεύσει ότι το στοιχείο που λαμβάνει επαναλαμβάνεται.
  - Ακεραιότητα ακολουθίας στοιχείων εφαρμογής: μια εφαρμογή είναι σε θέση να ανιχνεύσει ότι το στοιχείο παραλαμβάνεται στη σωστή σειρά.
  - Απόδειξη παραλαβής: η εφαρμογή αποστολής μπορεί να επιβεβαιώσει ότι η λαμβάνουσα εφαρμογή έχει λάβει τα στοιχεία εφαρμογής που της εστάλησαν.
  - Εμπιστευτικότητα των στοιχείων εφαρμογής: το στοιχείο εφαρμογής δεν αποκαλύπτεται σε αναρμόδια μέρη.

- **Διαφάνεια και επαναδιαμόρφωση της ασφάλειας**: Το σύνολο χαρακτηριστικών γνωρισμάτων που επιτρέπει στο χρήστη να ενημερώνεται εάν ένα χαρακτηριστικό γνώρισμα ασφάλειας είναι σε λειτουργία ή όχι και εάν η χρήση και η παροχή υπηρεσιών πρέπει να εξαρτηθεί από το χαρακτηριστικό γνώρισμα ασφάλειας.

Αδυναμίες ασφαλείας στη δεύτερης γενεάς κινητή τηλεφωνία

Μεταξύ άλλων, η αρχιτεκτονική ασφάλειας του UMTS στοχεύει στο να αποβάλει τις ακόλουθες αδυναμίες ασφάλειας του GSM (και άλλων δεύτερης γενεάς συστημάτων):

- Οι ενεργές επιθέσεις που χρησιμοποιούν ψεύτικο BTS είναι δυνατές.
- Τα κλειδιά κρυπτογράφησης και τα στοιχεία επικύρωσης διαβιβάζονται ανοικτά μεταξύ και στο εσωτερικό των δικτύων.
- Η κρυπτογράφηση δεν επεκτείνεται αρκετά μακριά προς το κεντρικό δίκτυο με συνέπεια ανοικτό κείμενο στοιχείων χρηστών και σηματοδοσίας να διαβιβάζεται στις συνδέσεις μικροκυμάτων (π.χ στο GSM, από το BTS στο BSC).
- Η επικύρωση χρηστών χρησιμοποιεί ένα προηγουμένως παραγμένο κλειδί κρυπτογράφησης (όπου δεν παρέχεται επικύρωση χρηστών χρησιμοποιώντας AKPH, SRES και A3/8) και η παροχή προστασίας

ενάντια στην υποκλοπή καναλιών στηρίζεται στη χρήση κρυπτογράφησης, η οποία παρέχει υπονοούμενη επικύρωση χρηστών. Εντούτοις, η κρυπτογράφηση δεν χρησιμοποιείται σε μερικά δίκτυα, αφήνοντας ανοικτές ευκαιρίες για απάτη.

- Δεν παρέχεται ακεραιότητα στοιχείων. Η ακεραιότητα στοιχείων κατανικά ορισμένες επιθέσεις με ψεύτικα BTS και, σε απουσία κρυπτογράφησης, παρέχει την προστασία ενάντια στην υποκλοπή καναλιών.
- Το IMEI είναι μια μη ασφαλής ταυτότητα και πρέπει να αντιμετωπιστεί ως τέτοια.
- Η απάτη δεν εξετάστηκε στη φάση σχεδίασης των δεύτερης γενεάς συστημάτων αλλά υστερότερα .
- Τα συστήματα δεύτερης γενεάς δεν έχουν την ευελιξία για να αναβαθμίσουν και να βελτιώσουν την ασφάλεια λειτουργίας όσο περνά ο χρόνος.

2.3.4 Προβληματισμοί

Φαίνεται ότι η εφαρμογή της τεχνολογίας 3G παγκοσμίως δε θα είναι ούτε εύκολη, ούτε γρήγορη, ούτε φτηνή. Παρόλο που η ITU έχει δουλέψει σκληρά πάνω στο όλο θέμα, χρειάζεται περισσότερη δουλειά. Αρκετά είναι τα προβλήματα που θα πρέπει να αντιμετωπιστούν.

2.3.4.1 Προβλήματα φάσματος

Στις Ηνωμένες Πολιτείες ένα από τα σοβαρότερα προβλήματα που αντιμετωπίζει αυτή τη στιγμή η τεχνολογία 3G έχει να κάνει με περιορισμούς στο φάσμα συχνοτήτων. Η έλλειψη διαθεσιμότητας συχνοτήτων μπορεί να περιορίσει την ανάπτυξη της τεχνολογίας 3G στη συγκεκριμένη χώρα. Το πρόβλημα έγκειται στο ότι το εύρος φάσματος των 700 MHz στη περιοχή των 2 GHz που απαιτείται για τη βέλτιστη μετάδοση σημάτων 3G δεν είναι αυτή τη στιγμή διαθέσιμο καθώς στη συγκεκριμένη περιοχή συχνοτήτων εκπέμπουν τηλεοπτική σταθμοί. Το ότι η τεχνολογία 3G θα εφαρμοστεί μετά το 2005 κάνει την FCC να καθυστερεί την έκδοση άδειας για το φάσμα για να έχει και τη δυνατότητα να έρθει σε συμφωνία με τους τηλεοπτικούς σταθμούς.

2.3.4.2 Το πρόβλημα της διαχείρισης της ισχύος

Ένα από τα σημαντικότερα ζητήματα γύρω από τη τεχνολογία 3G είναι η διαχείριση της ισχύος ειδικά όσον αφορά τη μπαταρία. Σκεφτείτε τον ενθουσιασμό κάποιου που αγοράζει μία κινητή συσκευή 3G και την απογοήτευση που θα νιώσει αν ξαφνικά δει ότι οι μπαταρίες σταματούν να λειτουργούν καθώς για παράδειγμα κατεβάζει κάποια αρχεία από το Internet. Αυτό το σενάριο το οποίο μπορεί εύκολα να εμφανιστεί τα επόμενα χρόνια δείχνει την αυξανόμενη σημασία της διαχείρισης της ισχύος στο νέο κόσμο των ασυρμάτων επικοινωνιών. Η ασύρματη τεχνολογία πιέζει τους προμηθευτές ισχύος να λειτουργήσουν με μεγαλύτερη ευφυΐα αποδοτικότητα και προστασία.
Στο μέλλον η διαχείριση της ισχύος θα πρέπει να γίνει περισσότερο έμπειρη στον προσδιορισμό και την αναφορά του εναπομείναντος χρόνου χρήσης. Ακόμα και με τα σημερινά τηλέφωνα οι αλγόριθμοι που χρησιμοποιούνται για την αποτίμηση του χρόνου ομιλίας δεν είναι απλοί, επειδή η ισχύς που χρησιμοποιείται για τη μετάδοση διαφέρει ανάλογα με την απόσταση του χρήστη από τον βασικό σταθμό. Έτσι όσο πιο μεγάλη ποικιλία εφαρμογών

υπάρχει τόσο πιο πολύπλοκος θα γίνει ο υπολογισμός της ισχύος. Όλες οι νέες υπηρεσίες όπως για παράδειγμα η πρόσβαση στο Web ή το ηλεκτρονικό ταχυδρομείο θα απαιτούν ισχύ σε διαφορετικούς ρυθμούς. Οι χρήστες θα πρέπει να ξέρουν αν υπάρχει αρκετή ισχύς για να εκπληρώσουν την εργασία που χρειάζονται, αλλιώς θα βρεθούν περιορισμένοι στο τι θα μπορούν να κάνουν με τις νέες συσκευές. Καθώς η ασύρματη τεχνολογία εξελίσσεται για να εκπληρώσει τις υποσχέσεις της τεχνολογίας 3G και οι προμηθευτές ισχύος θα πρέπει να εξελιχθούν το ίδιο καλά ώστε να μην υπάρξουν προβλήματα.

3. Ευρυζωνικές Τεχνολογίες και Δίκτυα

Παρόλο που ο όρος Ευρυζωνικά δίκτυα απαντάται συχνά σ' όλους τους τομείς της πληροφορικής, μέχρι στιγμής δεν έχει δοθεί ένας επίσημος παγκόσμιος ορισμός από αναγνωρισμένους εμπλεκόμενους τεχνολογικούς ή κοινωνικούς φορείς (π.χ. ITU – International Telecommunications Union ή IEEE - Institute of Electrical and Electronics Engineers). Σύμφωνα με το νομοσχέδιο των τηλεπικοινωνιών του 1996 των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής (US Telecommunications Act 1996) ο όρος Ευρυζωνικά δίκτυα περιγράφεται ως το μέσο το οποίο θα προσφέρει προηγμένες υπηρεσίες στους τελικούς χρήστες. Ο όρος **προηγμένες** υπηρεσίες σημαίνει ότι ο ρυθμός μμεταφοράς των δεδομένων στο μμέσο αυτό είναι κατά πολύ μεγαλύτερες από ότι το κοινό τηλεφωνικό δίκτυο είναι σε θέση να προσφέρει. Επειδή ο ορισμός των ευρυζωνικών δικτύων που περιγράφεται στο νομοσχέδιο του 1996 είναι υπερβολικά αόριστος, η Ομοσπονδιακή Επιτροπή Τηλεπικοινωνιών των Η.Π.Α. ξεκαθαρίζει ότι ευρυζωνικό (δίκτυο) θεωρείται η δυνατότητα υποστήριξης ταχυτήτων τουλάχιστον 200kb/sec από τον πάροχο του δικτύου ως τον τελικό χρήστη, τόσο από την πλευρά του τελικού χρήστη προς τον πάροχο (upstream), όσο και από την πλευρά του παρόχου προς τον τελικό χρήστη (downstream). Σύμφωνα με τον παραπάνω ορισμό θα εξετάσουμε τις υφιστάμενες τεχνολογίες που εμπίπτουν στην κατηγορία των ευρυζωνικών δικτύων καθώς και τα συγκεκριμένα χαρακτηριστικά τους. Τεχνολογίες δικτύων που μπορούν να μας προσφέρουν δυνατότητα ταχύτητας μεγαλύτερη των 200kb/sec είναι η DSL (Digital Subscriber Line), η Καλωδιακή (Cable), η δορυφορική (Satellite), η Ασύρματη (Wireless) καθώς και τα οπτικά δίκτυα με πολύ μεγαλύτερες ταχύτητες, τα οποία όμως χρησιμοποιούνται ως ραχοκοκαλιά των επιμέρους δικτύων. Παρόλο που στο μέλλον προβλέπεται η καθολική καλωδίωση των επιχειρηματικών και οικιστικών χώρων με οπτικές ίνες (FTTB – Fiber To The Business και FTTH – Fiber To The Home) , πράγμα που θα οδηγήσει σ' ένα παγκόσμιο ευζωνικό διαδίκτυο (για πολλούς το διαδίκτυο της επόμενης γενιάς), αυτή την εποχή δεν είναι οικονομικά υλοποιήσιμο σε μεγάλη κλίμακα. Γι' αυτό θα εξετάσουμε τις τεχνολογίες εκείνες που είναι οικονομικά εφαρμόσιμες από τις εταιρίες παροχής διαδικτύου και έχουν εμπορική αξία προς τους τελικούς χρήστες.

3.1 Σταθερή Ευρυζωνική Πρόσβαση

Όπως αναφέραμε και παραπάνω, λίγοι είναι εκείνοι που θα μπορέσουν να συνδεθούν μέσω οπτικών ινών στο διαδίκτυο είτε από το σπίτι τους είτε από το τόπο εργασίας, καθώς το κόστος εγκατάστασης τέτοιων δικτύων είναι απαγορευτικό για τους περισσότερους από εμάς. Έτσι, οι επιλογές μας όσων αφορά τα ευρυζωνικά δίκτυα καταλήγουν είτε στην χρησιμοποίηση DSL τεχνολογιών, είτε καλωδίωσης, δορυφορικών ή ασυρμάτων συνδέσεων. Στην Αμερική ο τελικός χρήστης έχει την δυνατότητα να επιλέξει μεταξύ όλων των παραπάνω τεχνολογιών, καθώς τα περισσότερα δίκτυα είναι ήδη λίγο ως πολύ εγκατεστημένα. Στην Ευρώπη λίγες χώρες έχουν ανεπτυγμένο δίκτυο καλωδίωσης (Αγγλία, Σκανδιναβικές Χώρες, Κάτω Χώρες) ενώ σε πολλές τέτοια δίκτυα είναι ανύπαρκτα (Ελλάδα, Ισπανία, Πορτογαλία). Παρ' όλα αυτά γίνονται σημαντικές επενδύσεις σ' όλες τις χώρες στην ανάπτυξη ευρυζωνικών δικτύων μέσω Κοινοτικών, Εθνικών και ιδιωτικών κονδυλίων. Στην Ελλάδα τα

ευρυζωνικά δίκτυα παραμένουν άγνωστα στο ευρύ κοινό, αλλά ελπίζουμε ότι θα ακολουθήσουμε σύντομα την πορεία άλλων Ευρωπαϊκών κρατών.

3.1.1 DSL

Η τεχνολογία DSL βασίζεται πάνω στο υπάρχων τηλεφωνικό σύστημα με τα καλώδια χαλκού έτσι ώστε να την καθιστά την πιο εύκολα υλοποιήσιμη τεχνολογία ευρυζωνικών εφαρμογών. Λειτουργεί στέλνοντας ένα πολύ υψηλό σήμα φέροντος πάνω στις γραμμές επιτυγχάνοντας έτσι υψηλές ταχύτητες. Επίσης, η υπηρεσία DSL, μπορεί να συνυπάρχει με το τηλεφωνικό δίκτυο. Χαρακτηριστικό της υπηρεσίας αυτής είναι ότι η σύνδεση στο δίκτυο είναι συνεχής (continuously connected service). Οι διάφορες παραλλαγές τις υπηρεσίας είναι:

- **HDSL**: Η HDSL είναι η πρώτη υπηρεσία DSL που αναπτύχθηκε από την εταιρία Bellcore στα τέλη της δεκαετίας του 80, και χρησιμοποιεί δύο ζεύγη καλωδίων. Οι ρυθμοί μετάδοσης που επιτυγχάνονται με την υπηρεσία αυτή είναι της τάξης του 1.5Mbit/sec. Η συγκεκριμένη υπηρεσία έχει πλέον ξεπεραστεί.
- **SDSL**: Η συγκεκριμένη τεχνολογία είναι παρόμοια με την HDSL, μόνο που η μετάδοση των δεδομένων απαιτεί μόνο ένα ζεύγος καλωδίων, κάτι που την καθιστά πιο οικονομική από πλευράς των εταιριών παροχής.
- **ADSL**: Η συγκεκριμένη τεχνολογία θεωρείται ασύμμετρη (λιγότερα bits δεδομένων μπορούν να σταλούν από την πλευρά του χρήστη και περισσότερα bits δεδομένων λαμβάνονται από τον χρήστη) έτσι ώστε να παρέχεται καλύτερη εξυπηρέτηση για συγκεκριμένου τύπου υπηρεσίες του διαδικτύου (π.χ. video on demand).
- **G.lite ADSL**: Η υπηρεσία αυτή είναι σχετικά καινούργια και σχεδιάστηκε από την ITU (International Telecommunications Union) ως μια εύχρηστη λύση για γρήγορη και εύκολη ευρυζωνική πρόσβαση για τους τελικούς χρήστες. Οι χρήστες απλώς συνδέουν το αντίστοιχο modem στην απλή τηλεφωνική πρίζα του σπιτιού τους. Για να επιτευχθεί αυτή η ευκολία και μείωση του κόστους, οι ταχύτητες πρόσβασης έχουν περιοριστεί σε στα 1.5Mbit/sec downstream και 384~512Kbit/sec upstream.
- **VDSL**: Η υπηρεσία VDSL είναι ακόμα υπό ανάπτυξη αλλά πολλά υποσχόμενη. Με τον περιορισμό ότι ο χώρος δεν απέχει από δίκτυο οπτικών ινών πάνω από 1000 πόδια, η συγκεκριμένη υπηρεσία μπορεί να προσφέρει μέχρι και 52Mbit/sec downstream και 1.5~6Mbit/sec upstream. Παρ' όλα αυτά χρειάζεται αρκετός χρόνος έρευνας ακόμη ώστε το τελικό αυτό προϊών να φτάσει στον τελικό χρήστη.

3.1.2 Καλωδιακή (Cable)

Στης Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής και σε αρκετές άλλες χώρες, από τα μέσα τις δεκαετίας του 80, επιχειρήσεις καλωδιακής τηλεόρασης ξεκίνησαν να προσφέρουν υπηρεσίες καλωδιακής τηλεόρασης. Έτσι, σήμερα υπάρχει ένα αρκετά μμεγάλο δίκτυο εγκατεστημένο ικανό να δεχθεί ψηφιακά δεδομένα, πράγμα που οδήγησε τις εταιρίες αυτές να προσφέρουν και δικτυακές υπηρεσίες στους πελάτες τους. Η υπηρεσία αυτή λειτουργεί με την προσθήκη ενός μηχανισμού ο οποίος συνδέεται με τον οικιακό υπολογιστή μέσω μιας κάρτας Ethernet με ταχύτητα 10Mbit/sec. Το εύρος ζώνης αυτής της υπηρεσίας είναι γύρω στα 10Mbit/sec στη κάθοδο και γύρω στα 200~1000Kbit/sec στην

άνοδο (upstream). Όμως, η καλωδιακή αυτή υπηρεσία είναι διαμοιρασμένη μεταξύ πολλών χρηστών που χρησιμοποιούν το ίδιο κανάλι δεδομένων. Τα πακέτα που ταξιδεύουν μέσα στο δίκτυο είναι κρυπτογραφημένα ως μέτρο προστασίας.

3.2 Ασύρματη Ευρυζωνική πρόσβαση

Οι ευρυζωνικές ασύρματες επικοινωνίες παρουσιάζουν αυξανόμενο ενδιαφέρον κατά τη διάρκεια των τελευταίων ετών. Αυτό έχει τροφοδοτηθεί από μια μεγάλη ζήτηση στη χρησιμοποίηση των υψηλών συχνοτήτων καθώς επίσης και από το μεγάλο αριθμό χρηστών που απαιτούν ταυτόχρονη πρόσβαση υψηλής ταχύτητας για ασύρματες εφαρμογές, κινητού Διαδικτύου και ηλεκτρονικού εμπορίου. Η σύγκλιση ασύρματων κινητών και πρόσβασης θα είναι η επόμενη θύελλα στις ασύρματες επικοινωνίες, οι οποίες θα χρησιμοποιήσουν μια νέα δικτυακή αρχιτεκτονική για να παραδώσουν ευρυζωνικές υπηρεσίες στους ασύρματους πελάτες και να υποστηρίξουν υπηρεσίες προστιθεμένης αξίας και διαλογικές επικοινωνίες πολυμέσων.
Όταν κοιτάμε πίσω στη δεκαετία του '80, ο καθένας ονειρευόταν να έχει ένα κινητό τηλέφωνο. Αλλά εάν σκεφτούμε τον ασύρματο κόσμο το 2010 και μετά , η ιστορία θα είναι συνολικά διαφορετική. Γιατί; Επειδή έως τότε, η ασύρματη υποδομή θα είναι πολυδιάστατη, σε τεχνολογίες , εφαρμογές, υπηρεσίες.

Το Ασύρματο Κινητό Διαδίκτυο θα είναι η βασική εφαρμογή του μελλοντικού ευρυζωνικού ασύρματου συστήματος. Το τερματικό θα είναι πολύ έξυπνο, συμβατό σε υπηρεσίες κινητές και πρόσβασης συμπεριλαμβανομένου του ασύρματου multicasting. Αυτό το νέο ασύρματο τερματικό θα έχει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά γνωρίσματα:

- Το 90% της κυκλοφορίας θα είναι δεδομένα
- Η λειτουργία ασφάλειας θα ενισχυθεί, π.χ. τσιπ τυπωμένων υλών δάχτυλων
- Η λειτουργία αναγνώρισης φωνής θα ενισχυθεί, το πληκτρολόγιο θα είναι προαιρετική δυνατότητα (και ασύρματη)
- Το τερματικό θα υποστηρίζει ενιαίους και πολλαπλούς χρήστες με διάφορες προαιρετικές δυνατότητες υπηρεσιών
- Το τερματικό θα είναι ένα πλήρως προσαρμόσιμο επαναδιαμορφωσιμο κομμάτι λογισμικού.

Δεδομένου ότι οι ασύρματες επικοινωνίες εξελίσσονται προς αυτήν τη κατεύθυνση, τα ασύρματα συστήματα 4^{ης} γενιάς (4G) θα είναι ένας ιδανικός τρόπος για να υποστηρίξει υψηλής ταχύτητας συνδέσεις από 2Mbps έως 20 Mbps βασισμένες στη νέα απαίτηση φάσματος του IMT - 2000 καθώς επίσης και η συνύπαρξη του παρόντος φάσματος για την ευρυζωνική ασύρματη πρόσβαση.

3.2.1 Δικτυακή αρχιτεκτονική

Το μελλοντικό ασύρματο δίκτυο θα πρέπει να είναι ένα ανοικτό υποστηρικτικό πολυ-μεταφορικό, πολυ-ζωνικό και πολλαπλών προτύπων ασυρμάτων διεπαφων, σύστημα, προσανατολισμένο προς το περιεχόμενο και τη ζήτηση εύρους ζώνης κατ' απαίτηση. Κατ' αυτό τον τρόπο, τα πακετοποιμένα δεδομένα θα πηγαίνουν από το ένα ασύρματο τερματικό άμεσα σε ένα άλλο. Η **Σφάλμα! Το αρχείο προέλευσης της αναφοράς δεν βρέθηκε.** εμφανίζει

αυτή τη νέα ασύρματη δικτυακή αρχιτεκτονική. Τα σημαντικότερα οφέλη αυτής της αρχιτεκτονικής είναι ότι το σχέδιο δικτύου απλοποιείται και το κόστος των συστημάτων μειώνεται πολύ. Το Σύστημα Πομποδεκτών Βάσεων (Base Tranceiver System-BTS) θα είναι μια έξυπνη ανοικτή πλατφόρμα με ενσωματωμένο το CAI-BIOS (Common Air Interface-BIOS). Οι περισσότερες λειτουργικές ενότητες του συστήματος είναι λογισμικό ευπροσδιόριστο και επαναδιαμορφωσιμο.
Η μεταγωγή πακέτων πληροφοριών είναι κατανεμημένη στην ευρυζωνική σπονδυλική στήλη πακέτων (ή το κεντρικό δίκτυο αποκαλούμενο Πολυπλεξία Διαίρεσης Πακέτων (Packet Division Multiplex- PDM)). Το σημείο εξόδου (Gateway -GW) ενεργεί ως πληρεξούσιο (proxy) για το δίκτυο κορμού και εξετάζει οποιαδήποτε ζητήματα για τα BTS , τα οποία είναι μια ανοικτή πλατφόρμα βελτιστοποιημένη για πλήρη εναρμόνιση και σύγκλιση. Το τερματικό (κινητός σταθμός, Mobile Station-MS) μπορεί να είναι για ένα ή για πολλούς χρήστες και θα υποστηρίζει ασύρματες εφαρμογές. Η **Σφάλμα! Το αρχείο προέλευσης της αναφοράς δεν βρέθηκε.**, επεξηγεί τα ενοποιημένα ασύρματα δίκτυα βασισμένα σε αυτήν την αρχιτεκτονική.

3.3 Τοπικά Ασύρματα Δίκτυα (Wireless LANs)

Μέχρι πρόσφατα, τα ασύρματα τοπικά δίκτυα δεν είχαν μεγάλη ζήτηση. Μερικές από τις αιτίες ήταν το υψηλό κόστος, η χαμηλή χωρητικότητα μεταφοράς δεδομένων, η απαίτηση κατοχής ειδικής άδειας για τη μετάδοση σε συγκεκριμένες περιοχές συχνοτήτων, κλπ. Με την αντιμετώπιση όμως όλων αυτών των προβλημάτων η δημοτικότητα της ασύρματης τοπικής δικτύωσης αυξήθηκε σημαντικά. Στη περιοχή αυτή αναπτύχθηκαν τεχνολογίες που μπορούν να κατηγοριοποιηθούν ανάλογα με το εύρος κάλυψης, σε Ασύρματα Προσωπικά Δίκτυα (WPAN) μέχρι 10 μέτρα και σε Ασύρματα Τοπικά Δίκτυα (WLAN) μέχρι 100 μέτρα. Τεχνολογίες όπως το Bluetooth, IrDA, DECT στην περιοχή των WPAN και IEEE 802.11, HomeRF, και HiperLAN στην περιοχή WLAN, είναι πολλές φορές ανταγωνιστικές και υποστηρίζονται κάθε από διαφορετικά φόρουμ εταιριών.

Τέσσερις είναι οι τάσεις που καθοδηγούν στην έξαρση της ανάπτυξης αυτών των συστημάτων :

1. αυξανόμενες απαιτήσεις για ασύρματη μεταφορά δεδομένων στις φορητές συσκευές, σε υψηλότερο εύρος ζώνης, με χαμηλότερο κόστος και κατανάλωση ισχύος σε σχέση με το προσδοκούμενο από την κινητή τηλεφωνία τρίτης γενιάς (3G),
2. συνωστισμός στο φάσμα συχνοτήτων, το οποίο οι κανονιστικές αρχές διαχειρίζονται και αδειοδοτούν με παραδοσιακούς τρόπους,
3. αύξηση των ενσύρματων συνδέσεων υψηλών ταχυτήτων προς το Διαδίκτυο από εταιρίες, οικιακούς χρήστες και δημόσιους χώρους, και
4. συρρίκνωση του κόστους των ημιαγωγών και της κατανάλωσης ισχύος στην επεξεργασία σήματος.

3.3.1 Εφαρμογές Ασυρμάτων Τοπικών Δικτύων

Οι περιοχές εφαρμογής των ασύρματων τοπικών δικτύων είναι:

- ως επέκταση ενός τοπικού δικτύου
- διασύνδεση τοπικών δικτύων που βρίσκονται σε διαφορετικά κτίρια
- Η νομαδική πρόσβαση και
- Η δικτύωση Ad Hoc

Επέκταση Τοπικού Δικτύου

Τα ασύρματα τοπικά δίκτυα θεωρούνται ως ένα *υποκατάστατο* των ενσύρματων τοπικών δικτύων. Με τα ασύρματα τοπικά δίκτυα αποφεύγονται τα έξοδα που σχετίζονται με την εγκατάσταση της καλωδίωσης και παράλληλα διευκολύνονται οι λειτουργίες της αναδιάρθρωσης - ανακατάταξης της δικτυακής υποδομής (όταν βέβαια αυτή χρειάζεται να λάβει χώρα). Σε κάποιες περιπτώσεις δε τα ασύρματα τοπικά δίκτυα αποτελούν τη μόνη αποδεκτή λύση. Τέτοιες περιπτώσεις είναι:

- Περιβάλλοντα μεγάλων εκτάσεων, όπως οι χώροι παραγωγής ενός εργοστασίου ή μιας αποθήκης.
- Πολύ παλιά κτίρια, στα οποία είτε το άνοιγμα τρυπών στους τοίχους απαγορεύεται, είτε η καλωδίωση είναι ανεπαρκής ή ανύπαρκτη
- Μικρά γραφεία, όπου η εγκατάσταση και η συντήρηση ενός δικτύου με καλώδιο είναι αντιοικονομική

Δια-Κτιριακή Διασύνδεση Τοπικών Δικτύων

Μία άλλη χρήση των ασύρματων τοπικών δικτύων βρίσκεται στη σύνδεση τοπικών δικτύων (ασύρματων ή μη) που βρίσκονται σε διπλανά κτίρια. Στην περίπτωση αυτή, χρησιμοποιείται μια ασύρματη σύνδεση από σημείο-σε-σημείο (wireless point-to-point link) μεταξύ των δύο κτιρίων. Οι συσκευές που συνήθως διασυνδέονται είναι γέφυρες ή δρομολογητές.

Νομαδική Πρόσβαση

Η νομαδική πρόσβαση παρέχει μία ασύρματη σύνδεση μεταξύ ενός τοπικού δικτύου και ενός φορητού υπολογιστή, ο οποίος είναι εξοπλισμένος με μια κεραία, όπως είναι ένα laptop ή ένα notepad. Ένα παράδειγμα χρήσης μιας τέτοιου είδους σύνδεσης είναι να μπορεί ένας υπάλληλος που γυρίζει από ένα ταξίδι να μεταφέρει πληροφορίες από τον προσωπικό του υπολογιστή στον υπολογιστή στο γραφείο του. Η νομαδική πρόσβαση είναι επίσης χρήσιμη και σε χώρους όπως μια επιχείρηση, ή μια πανεπιστημιούπολη, στους οποίους τα κτίρια βρίσκονται συγκεντρωμένα ανά ομάδες. Στις περιπτώσεις αυτές, οι χρήστες μπορούν να μετακινούνται μέσα στο χώρο της επιχείρησης ή του πανεπιστημίου και με τους φορητούς υπολογιστές τους να προσπελαύνουν αρχεία των servers και των υπολογιστών που βρίσκονται συνδεδεμένοι σε κάποιο τοπικό δίκτυο.

Δικτυωση Κατά Περίπτωση (ad hoc)

Μία ακόμη χρήση των ασύρματων δικτύων είναι εκείνη της δικτύωσης ειδικού σκοπού ή αλλιώς της Ad Hoc Networking. Στην περίπτωση αυτή δεν υπάρχει κάποιος κεντρικός υπολογιστής που να διαχειρίζεται το δίκτυο, αλλά απλά οι υπολογιστές είναι συνδεδεμένοι ο ένας με τον άλλο. Δίκτυα τέτοιου είδους συνήθως εγκαθίστανται προσωρινά και έχουν ως σκοπό την εξυπηρέτηση μιας άμεσης ανάγκης. Για παράδειγμα, μπορούμε να σκεφτούμε την περίπτωση όπου μια ομάδα υπαλλήλων συνδέουν τους φορητούς υπολογιστές τους, ώστε

να εξυπηρετηθούν οι ανάγκες μιας on-line σύσκεψης ή παρουσίασης, όπου σε έναν υπολογιστή θα γίνεται η παρουσίαση και οι υπόλοιποι θα μπορούν να την παρακολουθούν από τους προσωπικούς τους υπολογιστές.

3.4 Τεχνολογίες Ασύρματης Πρόσβασης

Τα ασύρματα δίκτυα μπορούν να κατηγοριοποιηθούν ανάλογα με την τεχνική μετάδοσης δεδομένων που χρησιμοποιούν. Τα προϊόντα ασύρματης δικτύωσης που κυκλοφορούν στην αγορά σήμερα ανήκουν σε μια από τις παρακάτω κατηγορίες:

- **Ασύρματα δίκτυα υπέρυθρων ακτινών (InfraRed - IR LANs).** Τοπικά δίκτυα αυτού του τύπου περιορίζονται σε ένα δωμάτιο ή γενικότερα σε έναν κλειστό χώρο, καθώς οι υπέρυθρες ακτίνες δε μπορούν να διαπεράσουν τοίχους. Η περιοχή συχνοτήτων για αυτού του τύπου τα δίκτυα είναι από 10^{12} - 6 x 10^{14} Hz.

- **Ασύρματα δίκτυα διασποράς φάσματος (Spread Spectrum LANs).** Ασύρματα τοπικά δίκτυα αυτού του τύπου κάνουν χρήση της τεχνολογίας *διασποράς φάσματος* ή αλλιώς της τεχνολογίας Spread Spectrum. Στις περισσότερες των περιπτώσεων, τα δίκτυα αυτά δε χρειάζονται ειδική άδεια λειτουργίας, μιας και λειτουργούν στις *Βιομηχανικές, Επιστημονικές και Ιατρικές (Industrial, Scientific and Medical - ISM)* περιοχές συχνοτήτων, όπου δεν απαιτείται ειδική άδεια λειτουργίας. Οι περιοχές αυτές αριθμούνται σε τρεις και κυμαίνονται από 902 - 928 MHz, από 2,4 - 2,4835 GHz και από 5,725 - 5,85 GHz.

- **Ασύρματα δίκτυα μικροκυμάτων στενής ζώνης (Narrowband Microwave).** Αυτού του τύπου τα δίκτυα λειτουργούν σε συχνότητες μικροκυμάτων (υψηλές - της τάξεως των 3 - 100 GHz). Αναφορικά με τη λειτουργία τους, χρησιμοποιούν την τεχνολογία διασποράς φάσματος και επίσης χρειάζονται ειδική άδεια λειτουργίας, αν εκπέμπουν σε συχνότητες εκτός της Βιομηχανικής, Επιστημονικής και Ιατρικής περιοχής συχνοτήτων.

Τεχνολογία/υπηρεσία	**Ρυθμός δεδομένων (Mbps/ κανάλι)**	**Μέγιστη Εσωτερικά (μέτρα)**	**εμβέλεια Εξωτερικά (χλμ, με κεραίες)**	**Διαθεσιμότητα**
2.4 GHz ISM band				
IEEE 802.11b	1 έως 11	91 έως 122	3 έως 32+	2000
OpenAir	0,8 έως 1,6	91 έως 122	5 έως 32+	1996
HomeRF	1 έως 2	30	NA	2000
Bluetooth	<0.5	9	NA	2000
Proprietary technologies	1 έως 11	30 έως 152	3 έως 32+	1990s
5 GHz ISM and/or UNI bands				
IEEE 802.11a	6 έως 54	61	56+	2001/2002

HiperLAN1	24	61	56+	?
HiperLAN2	6 έως 54	61	56+	2001/2002
HiperAccess	20	NA	NA	?
Proprietary technologies	6 έως 100+	NA	56+	1999
Free space optics	155 έως 1,000	NA	0,16-2	2000
Ultra wideband (UWB) radio	20 έως 100	?	?	?

Πίνακας Ι. Ευρυζωνικες ασύρματες τεχνολογίες που λειτουργούν σε μη αδειοδοτουμενες περιοχές του φάσματος συχνοτήτων

3.4.1 Τεχνολογία IEEE 802.15

Η Ομάδα Μελέτης για τα Ασύρματα Προσωπικά Δίκτυα (WPAN Study Group) συστήθηκε το Μάρτιο του 1998 με σκοπό να διερευνήσει τις ανάγκες για ένα συμπληρωματικό (ως προς το IEEE 802.11) ασύρματο δίκτυο ειδικά σχεδιασμένο για να προσφέρει πολύ χαμηλή κατανάλωση, χαμηλή πολυπλοκότητα, ασύρματη διασύνδεση μεταξύ συσκευών μέσα στον Ατομικό Χώρο Λειτουργίας (Personal Operating Space, POS). Αυτός είναι ο χώρος γύρω από ένα άτομο που τυπικά εκτείνεται μέχρι τα 10 μέτρα προς όλες τις κατευθύνσεις, περικλείει το άτομο είτε αυτό είναι ακίνητο είτε βρίσκεται σε κίνηση και περιλαμβάνει συσκευές που μεταφέρονται, φοριούνται ή βρίσκονται κοντά στο σώμα, όπως PCs, περιφερειακά, PDAs, τηλεφωνικές συσκευές.
Το πρότυπο IEEE 802.15 θα ορίσει το Φυσικό επίπεδο (Physical layer, PHY) και το επίπεδο Ελέγχου Μέσου Πρόσβασης (Media Access Control, MAC) για ασύρματη σύνδεση με σταθερές, φορητές και κινητές στα όρια του POS. Επίσης, ένας στόχος της Ομάδας Μελέτης WPAN θα είναι να επιτύχει ένα επίπεδο διαλειτουργικότητας που θα επιτρέπει τη μεταφορά δεδομένων μεταξύ μιας συσκευής WPAN και μιας συσκευής IEEE 802.11 ή HomeRF ή Bluetooth. Εδώ θα πρέπει να σημειωθεί ότι τα κριτήρια σχεδίασης του προτύπου IEEE 802.11 είναι διαφορετικά από αυτά ενός WPAN; ένα WPAN εστιάζεται στις απαιτήσεις για συσκευές και περιφερειακά που φέρονται πάνω στο σώμα μας.
Η οικογένεια των προτύπων IEEE 802.15 για Ασύρματα Προσωπικά Δίκτυα (WPAN) που βρίσκονται σε ανάπτυξη είναι:

- IEEE 802.15.1 : 1 Mbps WPAN/Bluetooth
- IEEE 802.15.2 : προτεινόμενη πρακτική για συνύπαρξη στην μη αδειοδοτούμενη
- ζώνη συχνοτήτων
- IEEE 802.15.3 : 20+ Mbps υψηλής ταχύτητας WPAN για πολυμέσα και ψηφιακή εικόνα
- IEEE 802.15.4 : 200 Kbps για παιχνίδια αλληλεπίδρασης, ανίχνευση και αυτοματισμούς

Το πρότυπο IEEE 802.15.1 αποτελεί μια συνδυασμένη προσπάθεια με την Ομάδα Ειδικού Ενδιαφέροντος Bluetooth (Special Interest Group, SIG). Αυτή η συνδυασμένη προσπάθεια κατέληξε σε μια σύγκλιση των δραστηριοτήτων της Ομάδας Εργασίας του IEEE και των εκδόσεων της ομάδας Bluetooth SIG.

3.4.2 Τεχνολογία Bluetooth

Η Ericsson ήταν η πρώτη εταιρεία που ανέπτυξε αυτή την τεχνολογία το 1994 με σκοπό να αντικαταστήσει τα καλώδια που συνδέουν υπολογιστές και τηλέφωνα. Η τεχνολογία Bluetooth κέρδισε πολύ γρήγορα την εμπιστοσύνη της βιομηχανίας, με περισσότερους από 2000 εταιρίες, πανεπιστήμια και άλλους οργανισμούς να δημιουργούν την Ομάδα Ειδικού Ενδιαφέροντος Bluetooth (Special Interest Group, SIG). Το πρότυπο Bluetooth προορίζεται να προσφέρει ασύρματη σύνδεση σε συσκευές (φορητούς υπολογιστές, PDAs, κινητά) που σήμερα συνδέονται με μικρού μήκους καλώδια, παρά να αποτελέσει ένα δίκτυο για μεταφορά φωνής και δεδομένων.
Οι συσκευές Bluetooth, σχηματίζουν «μικρά» δίκτυα (piconets) που θα λειτουργούν σε μικρή απόσταση από το χρήστη ή τη συσκευή. Η μέγιστη απόσταση είναι περίπου 10 μέτρα, αλλά μπορεί να επεκταθεί στα 100 μέτρα σε μελλοντικές εκδόσεις του προτύπου. Η συσκευή που δημιουργεί μία σύνδεση δικτύου γίνεται ο «κύριος» (master) και όλες οι υπόλοιπες συσκευές λειτουργούν ως «δούλοι» (slaves) κατά τη διάρκεια αυτής της σύνδεσης. Οι διάφορες συσκευές μπορούν να συμμετάσχουν σε περισσότερα από ένα «μικρά» δίκτυα, αλλά μόνο μέχρι 8 συσκευές μπορεί να είναι ενεργές μέσα σε ένα τέτοιο δίκτυο ανά πάσα χρονική στιγμή.
Οι συσκευές Bluetooth χρησιμοποιούν την τεχνική διαμόρφωσης FHSS και μπορούν να υποστηρίζουν ένα ασύγχρονο κανάλι δεδομένων και μέχρι 3 σύγχρονα κανάλια φωνής (64 Kbps) ή ένα κανάλι που υποστηρίζει ταυτόχρονα τη μεταφορά και ασύγχρονων δεδομένων και σύγχρονης φωνής. Το κανάλι δεδομένων μεταφέρει μέχρι 432 Kbps, και στις δύο κατευθύνσεις (full duplex). Οι συσκευές Bluetooth χρησιμοποιούν επίσης τεχνικές απόκρυψης (encryption) και αυθεντικότητας (authentication). Το κλειδί που χρησιμοποιείται σήμερα έχει μήκος 64 bit και έτσι οι χρήστες που απαιτούν περισσότερη ασφάλεια πρέπει να βασίζονται σε επιπρόσθετα ίδια μέσα.
Η τεχνολογία Bluetooth θα είναι ενσωματωμένη σε διάφορους τύπους προϊόντων και το κόστος θα διαφέρει. Το κόστος για κάρτες PC θα είναι αντίστοιχο ή λίγο μικρότερο από το αντίστοιχο για συσκευές IEEE 802.11.

3.4.3 Τεχνολογία IrDA

Η τεχνολογία IrDA μας επιτρέπει να ελέγχουμε ασύρματα (χωρίς τη χρήση καλωδίων) συσκευές και να μεταφέρουμε δεδομένα μεταξύ περιφερειακών συσκευών που χρησιμοποιούμε στην καθημερινή μας ζωή και που βρίσκονται σε μικρή απόσταση μεταξύ τους. Το πρότυπο IrDA, από τον Οργανισμό Υπέρυθρων Δεδομένων (Infrared Data Association, IrDA), καθορίζει τη μεταφορά δεδομένων μέσω υπέρυθρων ακτινών με οπτική επαφή.
Το πρότυπο IrDA αποτελείται από δύο τμήματα, ένα για τα Δεδομένα (IrDA Data) και ένα για τον έλεγχο (IrDA Control). Το IrDA Data περιλαμβάνει κάποια βασικά πρωτόκολλα για τη σηματοδοσία του φυσικού επιπέδου (physical signaling layer, PHY), για την πρόσβαση σύνδεσης (Link Access Protocol, IrLAP), για τη διαχείριση σύνδεσης (Link Management Protocol, IrLMP) και κάποια προαιρετικά (IrCOMM, IrOBEX, IrTranP, IrMC). Το IrDA Control περιλαμβάνει τα βασικά πρωτόκολλα για το Φυσικό επίπεδο (Physical layer, PHY), για το επίπεδο Ελέγχου Πρόσβασης Μέσου (Media Access Control, MAC) και για το επίπεδο Ελέγχου Λογικής Σύνδεσης (Logical Link Control, LLC).

Το πρότυπο υπέρυθρης επικοινωνίας IrDA χρησιμοποιείται για διάφορα ασύρματα περιφερειακά όπως ποντίκια, joysticks, συσκευές ηλεκτρονικών παιχνιδιών και άλλα. Οι υποστηριζόμενοι ρυθμοί μεταφοράς δεδομένων είναι από 4 έως 16 Mbps, ενώ εσχάτως υποστηρίζονται και νέες δυνατότητες όπως αμφίδρομη επικοινωνία μεταξύ μιας κεντρικής συσκευής (host) και μέχρι οκτώ περιφερειακών συσκευών, επικοινωνία με ρολόγια χειρός, καφετιέρες και άλλες σύγχρονες συσκευές.

Σύγκριση IrDA και Bluetooth

Οι δύο τεχνολογίες επικαλύπτονται και τείνουν να μοιάζουν σε θεωρητικό επίπεδο και στα προϊόντα που υποστηρίζουν. Τα προϊόντα που υποστηρίζουν τεχνολογία IrDA περιλαμβάνουν εκτυπωτές, ηλεκτρονικά σημειωματάρια, ψηφιακές κάμερες και ασύρματα τηλέφωνα. Από την άλλη μερικές από τις εταιρίες που συμμετέχουν και υποστηρίζουν την τεχνολογία Bluetooth είναι η IBM, Intel, Nokia και Toshiba.
Προφανώς, κάτω από ορισμένες συνθήκες και σε ορισμένες εφαρμογές, μια από τις δυο τεχνολογίες θα έχει ένα πλεονέκτημα. Για παράδειγμα, καθώς κάποιος μιλάει στο τηλέφωνο και χρειάζεται να κινείται, η τεχνολογία Bluetooth πλεονεκτεί σε αυτή την περίπτωση. Στο θέμα της αναγνώρισης μιας συσκευής παρατηρείται μία αδυναμία της τεχνολογίας Bluetooth, που δεν υφίσταται στην περίπτωση IrDA. Επίσης, στο θέμα της ασφάλειας οι δύο τεχνολογίες διαφέρουν. Η τεχνολογία IrDA προσφέρει κάποια ασφάλεια λόγω της ιδιαίτερης φύσης της που επιβάλει οπτική επαφή και επικοινωνία σημείου-με-σημείο (point-to-point) χωρίς να αποκλείεται , οι ανακλάσεις του σήματος IrDA να ανιχνεύονται και να αποκωδικοποιούνται. Από την άλλη, η τεχνολογία Bluetooth παρουσιάζει πολύ σημαντικότερο πρόβλημα λόγω των ράδιο-συχνοτήτων που χρησιμοποιεί και ακόμη και με μηδενική ισχύ εκπομπής είναι δυνατό να ανιχνευθεί και για αυτό, μηχανισμοί ασφαλείας θα πρέπει να υποστηρίζονται μέσα από το ίδιο το πρωτόκολλο. Ασφαλής επικοινωνία με τεχνολογία Bluetooth είναι εφικτή εφόσον είναι υλοποιημένη εντός των συσκευών.

3.4.4 Τεχνολογία IEEE 802.11

Το Ινστιτούτο Ηλεκτρολόγων και Ηλεκτρονικών Μηχανικών (Institute of Electrical and Electronic Engineers, IEEE) ανέπτυξε τη σειρά προτύπων 802.11 ως ισοδύναμης τεχνολογίας Ethernet στα ασύρματα δίκτυα. Όλα τα πρότυπα IEEE 802.11 έχουν σχεδιαστεί για επικοινωνία ενός σημείου με περισσότερα (point-to-multipoint) αλλά μπορούν να υποστηρίζουν και την επικοινωνία σημείου με σημείο (point-to-point). Επίσης υπακούουν στην Οδηγία 15 της FCC για την ηθελημένη ή μη εκπομπή ακτινοβολίας στο φάσμα συχνοτήτων χωρίς αδειοδότηση. Εκτός από το αρχικό IEEE 802.11, υπάρχουν εκδόσεις που φτάνου σήμερα μέχρι την 802,11g (η οποία παρέχει ταχύτητες μέχρι 54 Mbps με τη χρήση τεχνολογίας OFDM)
Το πρότυπο IEEE 802.11 υποστηρίζει δύο αρχιτεκτονικές επικοινωνίας :

1. Αυτή που βασίζεται στην ύπαρξη ενσύρματης δομής (infrastructure-based), σύμφωνα με την οποία κάποιοι κινητοί σταθμοί επικοινωνούν με ένα Σταθμό Πρόσβασης (AP). Σταθμοί Πρόσβασης (AP) που ανήκουν στο ίδιο υποδίκτυο (subnet) μπορούν να περιάγουν χρήστες, σε αντίθεση με Σταθμοί Πρόσβασης που δεν ανήκουν στο ίδιο υποδίκτυο

2. Αυτή που βασίζεται στη δημιουργία στιγμιαίου (ad hoc) δικτύου μεταξύ των κινητών σταθμών.

Στο φυσικό επίπεδο, το αρχικό πρότυπο IEEE 802.11 χρησιμοποιεί διαμόρφωση είτε Άλματος-Συχνότητας Διασπαρμένου-Φάσματος (Frequency-Hopping, Spread-Spectrum, FHSS) ή Ευθείας-Ακολουθίας Διασπαρμένου-Φάσματος (Direct-Sequence, Spread-Spectrum, DSSS). Και στις δύο τεχνικές, οι εκπομπές συνήθως ολισθαίνουν στη συχνότητα και έτσι μειώνεται η παρεμβολή και το διαθέσιμο εύρος ζώνης χρησιμοποιείται αποτελεσματικά. Παρόλα αυτά, η τεχνική DSSS εκπέμπει σε ένα ευρύτερο κανάλι (11 Mhz) από ότι η τεχνική FHSS (1 MHz) και έτσι επιτυγχάνονται μεγαλύτεροι ρυθμοί διάδοσης, σε μεγαλύτερες αποστάσεις. Εντούτοις, ευρύτερο κανάλι σημαίνει λιγότερα κανάλια και μικρότερη επεκτασιμότητα. Επίσης, η τεχνική DSSS χρησιμοποιεί περισσότερη ισχύ και είναι πιο ακριβή.
Στα μεταγενέστερα του 802.11 πρότυπα, οι συσκευές μπορούν να επιτύχουν ταχύτητες δεδομένων έως 54 Mbps (στα 5 Ghz), σε αντίθεση με τα 2 Mbps του αρχικού 802.11. Εάν το σήμα μεταξύ ενός Σταθμού Πρόσβασης και μιας συσκευής χρήστη είναι πολύ αδύνατο για να υποστηρίξει υψηλότερους ρυθμούς δεδομένων, η εκπομπή θα περιοριστεί στο χαμηλότερο ρυθμό έτσι ώστε να διατηρηθεί η σύνδεση. Η κάλυψη σε εσωτερικούς χώρους, φθάνει τα 100 με 150 μέτρα .
Οι πρώτες συσκευές που ακολουθούν το πρότυπο IEEE 802.11b έκαναν την εμφάνιση τους στην αγορά την άνοιξη του 2000. Η Σύμπραξη για τη Συμβατότητα του Ασύρματου Ethernet (Wireless Ethernet Compatibility Alliance, WECA) πιστοποιεί τη διαλειτουργικότητα των συσκευών 802.11b δια μέσου ενός τρίτου ανεξάρτητου οργανισμού δοκιμών. Τα προϊόντα που περνούν τις δοκιμές WECA, πιστοποιούνται με το σήμα WiFi (Wireless Fidelity), έτσι ώστε να τα αναγνωρίζουν οι καταναλωτές. Ανάμεσα στις εταιρίες που έχουν ήδη δώσει στην αγορά τέτοια προϊόντα είναι η Cisco Systems (Aironet), Lucent Technologies, 3Com, Nokia, Symbol Technologies και Cabletron.
Οι κατασκευαστές PC, όπως η Apple, IBM, Dell και Compaq, ήδη κυκλοφορούν ή πολύ σύντομα θα κυκλοφορήσουν PC με ενσωματωμένη τεχνολογία 802.11b ως πελάτης (client) του συστήματος. Η Compaq ήδη αντικατέστησε την 2 Mbps τεχνολογία 802.11 για τη σειρά φορητών υπολογιστών της Armada με τεχνολογία 802.1 Ib. Η Dell δοκιμάζει την τεχνολογία 802.11b και η IBM σχεδιάζει να εισαγάγει την ίδια τεχνολογία στα φορητά συστήματα υπολογιστών της (notebook systems).
Οι ίδιοι κατασκευαστές σχεδιάζουν να προσφέρουν μαζί με τα PC τους και εξαρτήματα κατά το πρότυπο Bluetooth, γεγονός που αναδεικνύει ένα ενδιαφέρον πρόβλημα αν ο χρήστης σκοπεύει να χρησιμοποιήσει τις δύο τεχνολογίες ταυτόχρονα, όπως για παράδειγμα Bluetooth για ασύρματη σύνδεση με τον εκτυπωτή και 802.11x για ασύρματη σύνδεση με το LAN. Και οι δύο τεχνολογίες λειτουργούν στα 2.4 GHz της ζώνης ISM και η παρεμβολή είναι πολύ πιθανό να εμποδίζει και τις δύο από το να δουλεύουν ικανοποιητικά. Η υποβάθμιση (degradation) της επικοινωνίας σε τέτοια περίπτωση εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, αλλά έρευνες έχουν αποδείξει ότι εάν οι χρήστες φροντίσουν ώστε να διατηρούν μια απόσταση 2 μέτρων μεταξύ του δέκτη και του πομπού που παρεμβάλει, τότε η μείωση της απόδοσης θα κινείται μέσα σε αποδεκτά όρια[2] . Στο μέλλον, οι ερευνητές πιστεύουν ότι οι εφαρμογές WLAN

[2] J.Haartsen, 'The Bluetooth Radio System', IEEE Personal Communications, February 2000, pp.28-36

θα μεταφερθούν στα 5 Ghz της μη αδειοδοτούμενης ζώνης, γεγονός που θα εξαφανίσει το πρόβλημα «συνύπαρξης» των δύο τεχνολογιών[3].

Ασφάλεια

Το πρότυπο IEEE 802.11b ορίζει ότι το πρωτόκολλο απόκρυψης της Ενσύρματης Ισοδύναμης Ιδιωτικότητας (Wired Equivalent Privacy, WEP) μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να προστατέψει την εμπιστευτικότητα του χρήστη και την ακεραιότητα δεδομένων. Για να πιστοποιηθεί κάποιο προϊόν 802.11b με το σήμα WiFi, ο WECA απαιτεί να υποστηρίζεται το πρωτόκολλο WEP και ότι το συγκεκριμένο προϊόν θα επικοινωνεί αποτελεσματικά όταν το WEP είναι ενεργοποιημένο. Το αρχικό πρωτόκολλο WEP ήταν σχεδιασμένο για κλειδί 40 bit, αλλά κάποιοι κατασκευαστές έχουν ενισχύσει τις δυνατότητες απόκρυψης χρησιμοποιώντας 128 bit.

Πλεονεκτήματα-Μειονεκτήματα

Το σημαντικότερο πλεονέκτημα για την τεχνολογία IEEE 802.11 είναι ότι υποστηρίζεται από πολύ ισχυρούς βιομηχανικούς κατασκευαστές και είναι βασισμένη σε διεθνές πρότυπο. Με αυτό τον τρόπο δίνεται η δυνατότητα να κατασκευάζονται συσκευές που έχουν διαλειτουργικότητα. Από την άλλη, τα συστήματα IEEE 802.11 στερούνται δυνατότητας κλιμάκωσης (scalability), δηλαδή το εύρος ζώνης μειώνεται όσο περισσότεροι χρήστες συνδέονται στο δίκτυο. Επίσης, είναι λίγο πιο ακριβή σε σχέση με τις άλλες τεχνολογίες WLAN αλλά οι τιμές παρουσιάζουν κλιμάκωση προς τα κάτω.

3.4.5 Τεχνολογία HomeRF

Η Ομάδα Εργασίας HomeRF (HomeRF Working Group, HRFWG), πιστεύοντας ότι τα υπάρχοντα προϊόντα για Ασύρματα Τοπικά Δίκτυα (WLAN) είναι πολύ περίπλοκα για οικιακές εφαρμογές, ανέπτυξε το πρότυπο HomeRF για την ασύρματη δικτύωση συσκευών όπως PCs, περιφερειακά, PDAs, τηλεφωνικές συσκευές, κ.λ.π. Το πρότυπο HomeRF βασίζεται στο Πρωτόκολλο Διαμοιρασμένης Ασύρματης Πρόσβασης (Shared Wireless Access Protocol, SWAP), το οποίο είναι μια απλοποιημένη έκδοση του πρωτοκόλλου FHSS που ορίζει το IEEE 802.11 και μια επέκταση πρωτοκόλλου DECT. Τα προϊόντα, που χρησιμοποιούν το πρωτόκολλο SWAP, μεταφέρουν φωνή και δεδομένα και συνδέονται με το PSTN δίκτυο και με το Internet.

Το πρωτόκολλο SWAP υποστηρίζει αρχιτεκτονικές επικοινωνίας που μπορεί να βασίζονται στην ύπαρξη ενσύρματης δομής (infrastructure-based) ή στη δημιουργία στιγμιαίου δικτύου (ad hoc). Το στιγμιαίο δίκτυο χρησιμοποιείται μόνο για μεταφορά δεδομένων, όλες οι συσκευές είναι ισοδύναμες και ο έλεγχος του δικτύου είναι διανεμημένος μεταξύ των συσκευών. Στην αρχιτεκτονική του ασύρματου δικτύου με βάση την ενσύρματη δομή, το Σταθμό Πρόσβασης (Access Point or hub) λειτουργεί ως πύλη (gateway) προς το δίκτυο PSTN[4]. Επίσης, το πρωτόκολλο SWAP δίνει τη δυνατότητα για σύνδεση μέχρι 127

[3] David G. Leeper, Ά Long-Term View of Short-Range Wireless', Computer, June 2001, Vol.34, No.6, pp.39-44

[4] Keith Biesecker, 'The Promise of Broadband Wireless', IT Professional, November/December 2000, Vol.2, No.6, pp.31-39

συσκευών για μεταφορά δεδομένων (PCs, PDAs, περιφερειακά) και 6 καναλιών φωνής.
Τα προϊόντα HomeRF έχουν αρχίσει να εμφανίζονται στην αγορά από το τέλος του 2000. Τα περισσότερα χρησιμοποιούν τη λογική της ενσωμάτωσης της ασύρματης συσκευής εντός του τελικού προϊόντος, ενώ ανεξάρτητες PCI κάρτες για PC είναι επίσης διαθέσιμες. Το κόστος αυτών των λύσεων (PC cards, Access Points) είναι λίγο μικρότερο των αντιστοίχων για συσκευές IEEE 802.11. Η Intel κυκλοφόρησε ήδη το σύστημα AnyPoint για ασύρματη οικιακή δικτύωση και η Compaq το Symphony-HRF USB dongle.
Τα προϊόντα HomeRF σήμερα υποστηρίζουν ρυθμό μετάδοσης δεδομένων 2 Mbps. Μετα από προσφυγη της επιτροπής HRFWG για αύξηση του εύρους ζώνης των καναλιών, τα νέα προϊόντα θα έχουν ρυθμό μετάδοσης δεδομένων που θα προσεγγίζει τα 10 Mbps. Πρόκειται για το ονομαζόμενο ευρυζωνικό (Wideband) HomeRF.
Η χρήση των προϊόντων HomeRF προορίζεται για κατοικίες και μικρά γραφεία. Η ευρυζωνική επέκταση του HomeRF στα 10 Mbps θα είναι ιδιαίτερα ελκυστική για την οικιακή αγορά, ενώ στο πεδίο εφαρμογής των μεγάλων εταιριών θα πρέπει να ανταγωνισθεί με πολύ ταχύτερες τεχνολογίες.

3.4.6 Τεχνολογία HiperLAN

Το Νοέμβριο του 1991, το Ευρωπαϊκό Ινστιτούτο Τηλεπικοινωνιακών Προτύπων (European Telecommunications Standards Institute, ETSI) σχημάτισε μία υποεπιτροπή η οποία ασχολήθηκε με πρότυπα για Υψηλής-απόδοσης Ασύρματα Τοπικά Δίκτυα (High-Performance Radio LAN, HiperLAN). Μέχρι το 1996, η επιτροπή HiperLAN είχε ορίσει μία οικογένεια από πρότυπα και είχε ολοκληρώσει το πρότυπο HiperLAN 1, ένα πρότυπο WLAN που ορίζει λειτουργίες αντίστοιχες με αυτές του προτύπου IEEE 802.11. Παρόλο που η επιτροπή σχεδίασε το HiperLAN1 έτσι ώστε να ακολουθεί τους κανονισμούς της Ευρωπαϊκής Επιτροπής Τηλεπικοινωνιών (European Radiocommunications Committee, ERC), οι κατασκευαστές μπορούν πολύ εύκολα να τροποποιήσουν την τεχνολογία HiperLAN1 ώστε να λειτουργούν στα 5 GHz των ζωνών UNI και ISM. Η τεχνολογία HiperLAN1 μπορεί να προσφέρει ταχύτητες μέχρι 24 Mbps.
Στο φυσικό επίπεδο, το πρότυπο HiperLAN1 χρησιμοποιεί τη διαμόρφωση Ελάχιστης Ολίσθησης Κλειδιού κατά Gauss (Gaussian Minimum Shift Keying), μια συμπαγή τεχνική για διαμόρφωση σημάτων δεδομένων που ολισθαίνει τις συχνότητες του πομπού.
Το νέο πρότυπο HiperLAN2, εστιάζει σε υψηλής ταχύτητας ρυθμούς μετάδοσης, με ενισχυμένη ποιότητα υπηρεσιών (QoS) και συσκευές που θα διαθέτουν μηχανισμούς ασφαλείας για απόκρυψη (encryption) και αυθεντικότητα (authentication). Το πρωτόκολλο WEP πρόκειται να χρησιμοποιηθεί και σε αυτή την περίπτωση όπως και στο IEEE 802.11.
Το Σεπτέμβριο του 1999, οι ενδιαφερόμενοι κατασκευαστές δημιούργησαν τον Παγκόσμιο Φορέα HiperLAN2 (HiperLAN2 Global Forum, H2GF), έναν ανοιχτό βιομηχανικό φορέα που μέλη του είναι οι Bosch, Dell, Ericsson, Nokia, Telia και Texas Instruments. Τα προϊόντα με τεχνολογία HiperLAN2 είναι διαθέσιμα από το έτος 2002.
Στις πιθανές εμπορικές εφαρμογές αυτής της τεχνολογίας υψηλών ταχυτήτων μετάδοσης περιλαμβάνονται η ιατρική εικόνα, η εκπαίδευση μέσω video και η εξ αποστάσεως επιτήρηση. Παρόλα αυτά η τεχνολογία HiperLAN1 δεν έχει διεισδύσει ακόμα στην αγορά γιατί οι κατασκευαστές έχουν επικεντρώσει μέχρι στιγμής στην τεχνολογία IEEE 802.11

3.4.7 Τεχνολογία UWB

Τα παραδοσιακά ασύρματα συστήματα λειτουργούν μέσα στα στενά όρια κάποιων ζωνών συχνοτήτων, οι οποίες αδειοδοτούνται από κρατικές κανονιστικές αρχές. Η τεχνολογία Ultra-Wide-Band (UWB) διαφέρει γιατί καταλαμβάνει μια ευρεία περιοχή συχνοτήτων, πλάτους 1.5 έως 4 GHz, που επικαλύπτει πολλές ήδη αδειοδοτημένες ζώνες συχνοτήτων στην περιοχή 1 έως 6 GHz. Η τεχνολογία UWB επιδιώκει να καταλαμβάνει αυτήν την περιοχή συχνοτήτων χωρίς να δημιουργεί ανεπιθύμητες παρεμβολές. Αυτό επιτυγχάνεται εκπέμποντας τόσο μικρή ισχύ ώστε να συμμορφώνεται με τους περιορισμούς της FCC, και ειδικότερα την Οδηγία 15 που προδιαγράφει την ακτινοβολία που επιτρέπεται να εκπέμπεται «χωρίς πρόθεση» από συσκευές όπως φορητοί υπολογιστές, σεσουάρ και ηλεκτρικά τρυπάνια.
Τεχνικά, ως σύστημα UWB ορίζεται οποιοδήποτε ασύρματο σύστημα που έχει εύρος ζώνης μεγαλύτερο από 25% της κεντρικής του συχνότητας ή μεγαλύτερο από 1.5GHz. Η τεχνολογία UWB πρωτοεμφανίστηκε τη δεκαετία του 1980, κυρίως για χρήση στα radar. Πρόσφατες εξελίξεις σε χαμηλού κόστους, μικρής ισχύος τεχνολογίες μεταγωγής και επεξεργασίας, έχουν κάνει εφικτή τη χρησιμοποίηση της τεχνολογίας UWB για καταναλωτικές συσκευές επικοινωνίας. Τα συστήματα UWB εκπέμπουν πολύ στενούς παλμούς με πολύ μικρή διάρκεια ανόδου, γεγονός που δίνει στην τεχνολογία UWB τον ευρυζωνικό της χαρακτήρα
Η τεχνολογία UWB είναι ακατάλληλη για επικοινωνία μεγάλης απόστασης λόγω της μικρής εκπεμπόμενης ισχύος, αλλά φαίνεται ιδανική για εφαρμογές σε ασύρματα δίκτυα περιορισμένου εύρους κάλυψης (SRW), ειδικότερα στο εύρος 10 μέτρων ή και λιγότερο των δικτύων WPAN. Εργαστηριακοί έλεγχοι έχουν να επιδείξουν ρυθμούς δεδομένων παραπάνω από 100 Mbps σε αποστάσεις μεγαλύτερες και από 10 μέτρα, με λιγότερο από 200 μW μέσης εκπεμπόμενης ισχύος (περίπου το 1/5 της αντίστοιχης χαμηλής ισχύος του Bluetooth). Συστήματα που βασίστηκαν σε αυτή την πολλά υποσχόμενη νέα τεχνολογία διαφέρουν σημαντικά στην προβαλλόμενη χωρική χωρητικότητα (spatial capacity), αλλά έχουν μετρηθεί ρυθμοί κορυφής στη μεταφορά δεδομένων 50 Mbps σε ένα εύρος 10 μέτρων. Επίσης έχει υποστηριχθεί ότι τουλάχιστον 6 τέτοια συστήματα μπορούν να λειτουργούν ταυτόχρονα σε μια κυκλική περιοχή ακτίνας 10 μέτρων και να αντιλαμβάνονται μόνο μια ελάχιστη υποβάθμιση της επικοινωνίας. Ακολουθώντας παρόμοιους υπολογισμούς, η προβαλλόμενη χωρική χωρητικότητα για ένα τέτοιο σύστημα θα είναι περισσότερο από 1000 Kbps/m2 και αυτό το χαρακτηριστικό προσδίδει στην τεχνολογία UWB ένα ουσιαστικό πλεονέκτημα, όπως φαίνεται και στην παρακάτω εικόνα.

Η τεχνολογία UWB βρίσκεται ακόμα στα πρώτα βήματα της. Δεν είναι ακόμα προτυποποιημένη, έχει πολλαπλές ανταγωνιστικές παραλλαγές και δεν έχει ακόμα αποδεχτεί τις απαραίτητες κανονιστικές εγκρίσεις. Παρόλα αυτά, σε ένα μακρύ ορίζοντα, η τεχνολογία UWB φαίνεται ότι διαθέτει ένα τεράστιο δυναμισμό, κυρίως στην περιοχή των δικτύων WPAN.

3.4.8 Τεχνολογία DECT

Το πρότυπο Ψηφιακών Ενισχυμένων Ασύρματων Τηλεπικοινωνιών (Digital Enhanced Cordless Telecommunications, DECT) ορίζεται ως μια γενική τεχνολογία για ασύρματη πρόσβαση με τη χρήση ράδιοσυχνοτήτων, λειτουργώντας στη ζώνη συχνοτήτων 1880 με 1900 Mhz και χρησιμοποιώντας

την τεχνική διαμόρφωσης Ολισθαίνοντος-Συχνότητας Κλειδιού κατά Gauss (Gaussian Frequency-Shift Keying, GFSK).
Η ζώνη συχνοτήτων 1880 με 1900 Mhz για την τεχνολογία DECT είναι διαθέσιμη σε περισσότερες από 100 χώρες. Οι υπηρεσίες της τεχνολογίας DECT είναι συγκρινόμενες με αυτές των δικτύων GSM και ISDN και ήδη έχουν κυκλοφορήσει ασύρματες συσκευές διπλής χρήσης DECT/GSM. Στις περισσότερες χώρες η τεχνολογία DECT λειτουργεί σε προστατευμένη ζώνη συχνοτήτων και έτσι αποφεύγεται η παρεμβολή από άλλες τεχνολογίες.

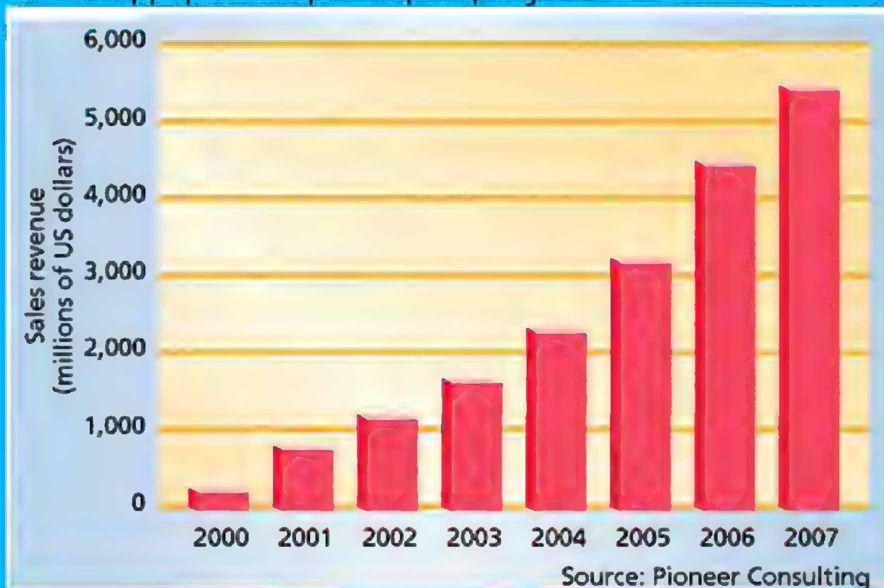
Στην Βόρεια Αμερική το πρότυπο για Ατομικές Ασύρματες Τηλεπικοινωνίες (Personal Wireless Telecommunications, PWT) είναι βασισμένο στην τεχνολογία DECT. Το πρότυπο PWT λειτουργεί στη μη αδειοδοτούμενη ζώνη συχνοτήτων 1910 με 1920 Mhz. Επιπλέον, το πρότυπο PWT/E αποτελεί μια επέκταση στις αδειοδοτούμενες ζώνες συχνοτήτων 1850-1910 Mhz και 1930-1990 Mhz.
Η τεχνολογία DECT έχει σχεδιαστεί να παρέχει πρόσβαση σε οποιοδήποτε τύπο τηλεπικοινωνιακού δικτύου και έτσι υποστηρίζει μια πλειάδα διαφορετικών εφαρμογών και υπηρεσιών. Στο εύρος των εφαρμογών περιλαμβάνονται η οικιακή πρόσβαση σε δίκτυο PSTN ή ISDN, η ασύρματη πρόσβαση σε υπηρεσίες Ιδιωτικού Συνδρομητικού Κέντρου (Private Access Branch eXchange, PABX), η πρόσβαση σε δίκτυο GSM, η πρόσβαση σε Ασύρματο Τοπικό Βρόγχο (Wireless Local Loop, WLL), η πρόσβαση σε Τοπικό Δίκτυο LAN που υποστηρίζει υπηρεσίες φωνητικής τηλεφωνίας, fax, modem, E-mail και X.25, καθώς επίσης και ένα σύνολο πολλών άλλων υπηρεσιών με οικονομικό και αποτελεσματικό τρόπο.
Το εύρος των εφαρμογών που υποστηρίζει η τεχνολογία DECT οφείλεται στην ευελιξία μιας ομάδας πολύ ισχυρών πρωτοκόλλων που επιτρέπει τους κατασκευαστές να υλοποιούν «ιδεατά» οποιαδήποτε απαιτούμενη εφαρμογή. Οι λειτουργίες κινητικότητας (mobility functions) που προσφέρει η τεχνολογία DECT, δίνει στους χρήστες την δυνατότητα για πρόσβαση χωρίς καλώδια σε μια υποδομή μικρο-κυψελών από σταθμούς βάσης τεχνολογίας DECT. Ένα σύστημα DECT αποτελείται από ένα Σταθερό Μέρος (Fixed Part, FP) που περιλαμβάνει ένα ή περισσότερους σταθμούς βάσης και ένα ή περισσότερα Κινητά Μέρη (Portable Parts, PPs). Δεν υπάρχει όριο στο μέγεθος της υποδομής όσον αφορά τον αριθμό των σταθμών βάσης και ασύρματων συσκευών. Τέτοιες υποδομές που χρησιμοποιούν την τεχνολογία DECT μπορούν να υποστηρίζουν κυκλοφοριακές πυκνότητες μέχρι 10.000 Erlang/Km2 ή ισοδύναμα 100.000 χρήστες σε περιβάλλον γραφείων .
Η τεχνολογία DECT βασίζεται στη Πολλαπλού Φέροντος, Διαχωρισμό Χρόνου Πολλαπλής Πρόσβασης, Διαχωρισμό Χρόνου Αμφίδρομης επικοινωνίας (Multi Carrier, Time Division Multiple Access, Time Division Duplex, MC/TDMA/TDD) μέθοδο ράδιο-πρόσβασης. Με αυτήν την μέθοδο επιτρέπονται 12 ταυτόχρονες και αμφίδρομες συνδέσεις για μεταφορά φωνής στα 32 Kbps για κάθε πομποδέκτη. Λόγω του εξελιγμένου ράδιο πρωτοκόλλου, η τεχνολογία DECT είναι ικανή να προσφέρει μεταβαλλόμενο εύρος ζώνης συνδυάζοντας πολλαπλά κανάλια σε μια σύνδεση. Για μεταφορά δεδομένων, υποστηρίζονται ρυθμοί n*24 Kbps μέχρι 552 Kbps, με πλήρη ασφάλεια όπως προβλέπεται από το πρότυπο DECT. Ένα σημαντικό βήμα στην ανάπτυξη εφαρμογών δεδομένων για την τεχνολογία DECT αποτέλεσε η Υπηρεσία μεταγωγής Πακέτων μέσω Ράδιοσυχνοτήτων (DECT Packet Radio Service, DPRS), η οποία εισαγάγει την ευελιξία και την βέλτιστη διαχείριση των πόρων του δικτύου μέσω της τεχνολογίας μεταγωγής πακέτων, υποστηρίζει σήμερα εφαρμογές μεταφοράς

δεδομένων με ταχύτητα έως 2 Mbps. Η τρίτη έκδοση του DPRS είναι εν εξελίξει και θα επιτρέπει μεταφορά ευρυζωνικών δεδομένων έως 10 Mbps.
Επιπρόσθετα στο DPRS έχουν αναπτυχθεί, ένα σύνολο από προφίλ που ονομάζονται Προφίλ Πρόσβασης Εξειδικευμένο στην Εφαρμογή (Application Specific Access Profiles, ASAPs). Αυτά προορίζονται για βιομηχανική χρήση και ενδυνάμωση της διαλειτουργικότητας. Κάθε ένα από αυτά αναγνωρίζει μια συγκεκριμένη εφαρμογή, επιλέγοντας κάποιο υποσύνολο των υπηρεσιών DPRS και μια υπηρεσία μεταφοράς φωνής. Το πρότυπο DECT μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί γενικότερα σε οποιαδήποτε ζώνη του φάσματος συχνοτήτων και προσδιορίζει τις τεχνικές απαιτήσεις που θα πρέπει να ικανοποιηθούν για την εφαρμογή της τεχνολογίας εκτός Ευρώπης, όπου διαφορετική καταχώρηση φάσματος υπάρχει για την τεχνολογία DECT. Έτσι, ένα πρότυπο DECT έχει ειδικά δημιουργηθεί για τη χρήση στην επιστημονική και ιατρική ζώνη (ISM) των 2.4 GHz.

3.4.9 Τεχνολογία LMDS

Η τεχνολογία LMDS λειτουργεί στο εύρος του φάσματος συχνοτήτων από 24 έως 31.3 GHz. Διαφορετικά κράτη χρησιμοποιούν διαφορετικά μέρη αυτής της ζώνης, όπως για παράδειγμα στις ΗΠΑ όπου η Αμερικάνικη Ομοσπονδιακή Επιτροπή Επικοινωνιών (FCC) έχει παραχωρήσει 104 άδειες στη ζώνη 27.5 έως 31.3 GHz.
Ένα σημαντικό πλεονέκτημα της τεχνολογίας LMDS, όπως επίσης και της τεχνολογίας MMDS, είναι ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο για συμμετρική όσο και για ασύμμετρη επικοινωνία. Άλλες ενσύρματες ευρυζωνικές τεχνολογίες, όπως η DSL και η καλωδιακή τηλεόραση δεν παρέχουν τέτοια συμμετρική ροή. Από την άλλη όμως είναι γενικά αποδεκτό για τεχνολογίες πρόσβασης στο Διαδίκτυο να είναι ασύμμετρες αφού η σημαντικότερη ροή δεδομένων υφίσταται στη διεύθυνση προς το συνδρομητή (downstream). Παρόλα αυτά, νεότερες εφαρμογές αλληλεπίδρασης, όπως βίντεο-διάσκεψη (videoconference) και ηλεκτρονικός πίνακας (whiteboarding), απαιτούν συμμετρικές εκπομπές.
Η τεχνολογία LMDS είναι γρήγορη κυρίως γιατί οι οργανισμοί αδειοδότησης σε κάθε κράτος έχουν παραχωρήσει στους παροχείς υπηρεσιών ένα μεγάλο εύρος συχνοτήτων για να χρησιμοποιούν. Στη βέλτιστη περίπτωση, μπορεί να επιτευχθούν ρυθμοί δεδομένων μέχρι 1.54 Gbps στη διεύθυνση προς το συνδρομητή (downstream) και 200 Mbps στη διεύθυνση προς το δίκτυο (upstream). Σήμερα ήδη κυκλοφορούν στην αγορά προϊόντα LMDS που λειτουργούν στα 155 Mbps, ενώ σχεδιάζονται άλλα που θα λειτουργούν στα 650 Mbps. Η ακτίνα των κυψελίδων (cells) είναι σχετικά μικρή, από 1.25 έως 2.5 μίλια, λόγω του μικρού μήκους κύματος.
Για τη μεταφορά δεδομένων, οι τεχνολογίες των σταθερών-ασύρματων (fixed-wireless) δικτύων μπορούν να θεωρηθούν ως μέσα μεταφοράς που μπορούν να λειτουργήσουν με διάφορα πρωτόκολλα δικτύου. Για παράδειγμα, μπορεί να χρησιμοποιηθεί η τεχνολογία του Ασύγχρονου Τρόπου Μεταφοράς (Asynchronous Transfer Mode, ATM) ως πρωτόκολλο επικοινωνίας μεταξύ του παροχέα υπηρεσιών και του συνδρομητή, παρέχοντας έτσι μια σταθερή ποιότητα υπηρεσιών (QoS). Η τεχνολογία ATM δίνει επίσης την δυνατότητα στους παροχείς υπηρεσιών για δυναμική παραχώρηση εύρους ζώνης στους συνδρομητές ανάλογα με τις ανάγκες τους και τις προτεραιότητες του δικτύου.

Παρατηρητές της βιομηχανίας πιστεύουν ότι η τεχνολογία LMDS θα χρησιμοποιηθεί κυρίως για μεταφορά δεδομένων υψηλών ταχυτήτων, όπως εφαρμογές πολυμέσων στο Διαδίκτυο, βίντεο-διάσκεψη και ηλεκτρονικός πίνακας. Παρόλα αυτά, το υλικό (hardware) της τεχνολογίας LMDS, όπως πομποί, ενισχυτές, κεραίες και κάρτες δικτύου, είναι προς το παρόν αρκετά ακριβό. Το μέσο κόστος σήμερα για κάθε κόμβο ανέρχεται σε $10.000 - $15.000, αν και αυτές οι τιμές είναι πτωτικές. Αυτό οφείλεται κυρίως στο ότι οι κατασκευαστές τέτοιων συστημάτων δεν έχουν εφαρμόσει ακόμα την 'οικονομία κλίμακας' στην παραγωγή. Λόγω του υψηλού κόστους και με σκοπό να αποδώσουν οι επενδύσεις τους, οι παροχείς υπηρεσιών έχουν προσανατολιστεί κυρίως σε μεγάλες επιχειρήσεις που διαχειρίζονται μεγάλο πλήθος δεδομένων και δεν έχουν ασχοληθεί σημαντικά στο να προωθήσουν την τεχνολογία LMDS στην αγορά των οικιακών χρηστών σε αστικές και ημιαστικές περιοχές.
Από αναλύσεις της αγοράς, προβλέπεται ότι η τεχνολογία LMDS θα καταλαμβάνει το 9% της αγοράς ευρυζωνικών υπηρεσιών στις ΗΠΑ έως το 2004, ενώ 36% θα καταλαμβάνει η τεχνολογία DSL, 26% η καλωδιακή τηλεόραση, 12% η τεχνολογία ISDN και 12% επίσης η δορυφορική τεχνολογία. Όπως φαίνεται στην επόμενη εικόνα[5], προβλέπεται ότι τα κέρδη από προσφορά υπηρεσιών LMDS σε εταιρικά περιβάλλοντα αναμένεται να αυξηθούν μεταξύ του 2000 και 2007 από 241 εκατομμύρια δολάρια σε 5.46 δισεκατομμύρια δολάρια στις ΗΠΑ, και από 299 εκατομμύρια δολάρια σε 9.58 δισεκατομμύρια δολάρια παγκοσμίως.



Εικόνα 8:Προβλέψεις για τις πωλήσεις συστημάτων LMDS στις ΗΠΑ (πηγή: Pioneer Consulting)

Πολλά κράτη σε Ευρώπη, Ασία και Αμερική υιοθετούν την τεχνολογία LMDS και παραχωρούν ζώνες του φάσματος συχνοτήτων για μελλοντική χρήση. Σήμερα, οι κυριότεροι παροχείς υπηρεσιών της τεχνολογίας LMDS είναι η FirstMark Communications, η NextLink Communications και Winstar Communications. Αντιθέτως, τηλεπικοινωνιακοί κολοσσοί όπως η AT&T και η MCI WorldCom δεν έχουν υιοθετήσει προς το παρόν την τεχνολογία LMDS. Για παράδειγμα, η AT&T εστιάζει κυρίως στην τεχνολογία της καλωδιακής τηλεόρασης ως λύση για

[5] Sixto Ortiz Jr, 'Broadband Fixed Wireless Travels the Last Mile', Computer, July 2000, Vol.23, No.7, pp. 18-21

το δίκτυο πρόσβασης, και αυτό ενισχύεται από την εξαγορά άλλων εταιριών όπως η MediaOne και η Tele-Communications, που θεωρούνται κορυφαίες εταιρίες στον χώρο.

3.4.10 Τεχνολογία MMDS

Η τεχνολογία MMDS αρχικά χρησιμοποιήθηκε για συνδρομητικές υπηρεσίες τηλεόρασης και ήταν γνωστή με το όνομα «ασύρματη καλωδίωση» (wireless cable). Παρόλα αυτά, οι υπηρεσίες MMDS δε μπορούσαν εύκολα να ανταγωνισθούν τις αντίστοιχες δορυφορικές υπηρεσίες τηλεόρασης. Προς όφελος της ανάπτυξης της τεχνολογίας MMDS, πέραν της μονο-κατευθυντικής εκπομπής τηλεοπτικού σήματος, η Αμερικάνικη Ομοσπονδιακή Επιτροπή Επικοινωνιών (FCC) επέτρεψε από το 1998 τη χρήση της τεχνολογίας MMDS για αμφίδρομη επικοινωνία. Έτσι τώρα, οι διάφοροι παροχείς υπηρεσιών MMDS ξεκίνησαν να επεκτείνουν αυτήν την τεχνολογία για χρήση σε ευρυζωνικές υπηρεσίες μεταφοράς εικόνας, ήχου και δεδομένων.
Η τεχνολογία MMDS θα χρησιμοποιηθεί για πρόσβαση στο Διαδίκτυο, για ασύρματη πρόσβαση σε Τοπικά και Μητροπολιτικά Δίκτυα (LAN/MAN), βιντεο-διάσκεψη, αλληλεπιδραστικό βίντεο, εκπαίδευση εξ αποστάσεως και βασικές τηλεφωνικές υπηρεσίες. Παρόλα αυτά όμως, η τεχνολογία MMDS προσφέρει μικρότερο εύρος ζώνης σε σχέση με την τεχνολογία LMDS και για αυτόν τον λόγο θα χρησιμοποιηθεί κυρίως από οικιακούς χρήστες και από μικρές εταιρίες.
Η τεχνολογία MMDS ως προς την λειτουργία της μοιάζει πολύ με την αντίστοιχη τεχνολογία LMDS. Για παράδειγμα, μπορεί να θεωρηθεί ως μέσο μεταφοράς που λειτουργεί με διάφορα πρωτόκολλα δικτύου. Χρησιμοποιεί παγκοσμίως το εύρος συχνοτήτων από 2.15 έως 2.68 GHz. Αυτό σημαίνει ότι το εκπεμπόμενο σήμα έχει μεγαλύτερο μήκος κύματος και μπορεί να διαδοθεί σε μεγαλύτερη απόσταση χωρίς να υποστεί σημαντική απώλεια ισχύος σε σχέση με ένα σήμα LMDS. Έτσι, στην τεχνολογία MMDS χρησιμοποιούνται μεγαλύτερες κυψέλες (ακτίνας έως 35 μίλια) και καλύπτονται ευρύτερες περιοχές, με λιγότερο εξοπλισμό και συνεπώς με μικρότερο λειτουργικό κόστος. Επισης τα σήματα δεν εμποδίζονται τόσο εύκολα από αντικείμενα και είναι λιγότερο ευάλωτα στην απορρόφηση από τη βροχή. Αντίθετα, επειδή ο κάθε παροχέας υπηρεσιών MMDS διαθέτει μικρότερο εύρος συχνοτήτων προς χρήση, παρέχει και μικρότερο εύρος συχνοτήτων στο συνδρομητή.
Ένα απλό κανάλι MMDS μπορεί να προσφέρει ταχύτητα μεταφοράς δεδομένων στην κατεύθυνση προς το δίκτυο (upstream) μέχρι 27 Mbps και η οποία διαμοιράζεται μεταξύ των χρηστών. Έτσι σε κάθε ανεξάρτητο συνδρομητή μπορεί να επιτευχθεί ταχύτητα upstream από 300 Kbps μέχρι 3 Mbps.
Πρόσφατα, η εταιρία Cisco προσέδωσε στα συστήματα MMDS μια νέα ώθηση με τη χρήση της Διανυσματικής-Ορθογωνικής Πολυπλεξίας με Διαίρεση Συχνότητας (Vector Orthogonal Frequency Division Multiplexing, VOFDM). Με τη τεχνική VOFDM, ένας παροχέας υπηρεσιών μπορεί να κωδικοποιήσει έτσι τη διάδοση των σημάτων του έτσι ώστε οι κεραίες των συνδρομητών του να λαμβάνουν διεσπαρμένα σήματα και να τα συναρμολογούν σε άλλα ισχυρότερα και χωρίς σφάλματα σήματα. Με τη τεχνική VOFDM, είναι δυνατόν να μεταδοθούν σήματα MMDS προς συνδρομητές ακόμα κι όταν δεν υφίσταται οπτική επαφή. Οι κυριότεροι παροχείς υπηρεσιών της τεχνολογίας MMDS είναι η Adaptive Broadband, η CAI Wireless Systems, η Cisco, η MCI WorldCom και η Sprint Communications. Οι τελευταίες δύο εταιρίες μάλιστα στις ΗΠΑ ανταγωνίζονται να αποκτήσουν όσο το δυνατό περισσότερο από το διαθέσιμο

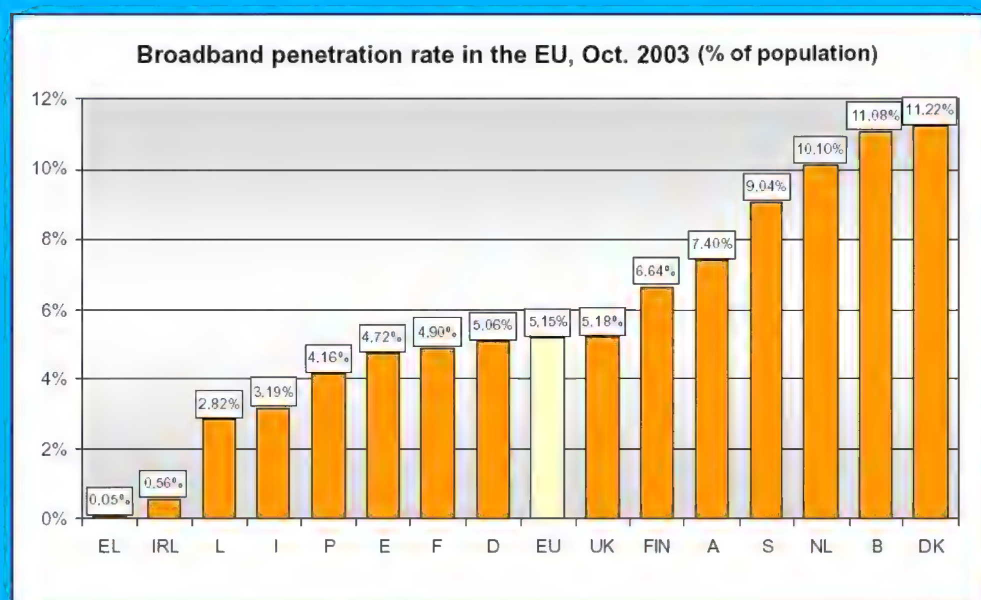
φάσμα MMDS σε μια προσπάθεια να ολοκληρώσουν τις ευρυζωνικές τους υποδομές με την πρόσβαση στο «τελευταίο μίλι» προς τον συνδρομητή. Σήμερα μάλιστα κατέχουν αρκετό από το εύρος φάσματος ώστε να μπορούν να φθάσουν στο 60% των νοικοκυριών των ΗΠΑ. Η Sprint Communications προσφέρει 1.5 Mbps ταχύτητα downstream και 256 Kbps ταχύτητα upstream για $40 το μήνα και ένα αρχικό κόστος εγκατάστασης $400 (άνοιξη 2000). Επίσης, η MCI WorldCom από το Μάρτη του 2000 άρχισε την ανάπτυξη των νέων συστημάτων για υψηλών ταχυτήτων πρόσβαση στο Διαδίκτυο για εταιρίες και οικιακούς χρήστες. Μέχρι το τέλος του 2001 η ίδια εταιρία σκοπεύε να προσφέρει υπηρεσίες MMDS σε πάνω από 100 πόλεις των ΗΠΑ. Περισσότερα συστήματα και υπηρεσίες θα εμφανιστούν τα επόμενα χρόνια, ιδίως όταν η επιτροπή FCC επίσημα εγκρίνει τη χρήση των καναλιών 6 MHz για αμφίδρομες επικοινωνίες.

3.5 Η Ελληνική Αγορά των Ευρυζωνικών Επικοινωνιών

Στην Ελλάδα η ευρυζωνικές επικοινωνίες δεν έχουν μέχρι σήμερα μεγάλη διείσδυση. Ετσι το ετος 2003 η Ελληνική αγορά παρουσιάζει τα εξής χαρακτηριστικά:

- Χαμηλά ποσοστά διείσδυσης
- Περιορισμένοι εναλλακτικοί τρόποι πρόσβασης στον τελικό χρήστη (last mile access)
- Μη υλοποίηση της αδεσμοποίησης του τοπικού βρόχου
- Περιορισμένη ύπαρξη εναλλακτικών υποδομών (επίγειων και εναέριων)
- Έλλειψη επενδυτικών και φορολογικών κινήτρων
- Δυσχέρεια στην απορρόφηση σχετικών κονδυλίων του 3ου ΚΠΣ

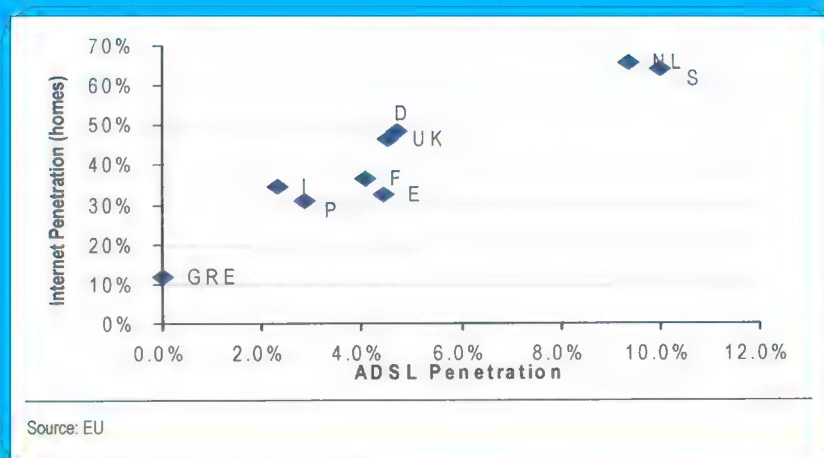
Όπως μπορούμε να δούμε και στο επόμενο διάγραμμα η χώρα μας είναι τελευταία στην Ευρώπη, όπου το 2008 αναμένεται να υπάρχουν 40.000 Hotspots (20 εκατομμύρια χρήστες)



υνικότητας
ης αγοράς
σύγκλισης
υπηρεσίες
ις.
χνολογιών,
επέκταση
παράλληλη
φεύγοντας
χυση της
εμπιστοσύνης επιχειρήσεων και καταναλωτών στη χρήση τεχνολογιών πληροφορικής και επικοινωνιών

- Ανάγκη υιοθέτησης δύο προσεγγίσεων για την αύξηση της διάδοσης της ευρυζωνικότητας: α) με έμφαση την προσφορά για την ενίσχυση των υποδομών, την παροχή περιεχομένου και υπηρεσιών και β) με έμφαση στη ζήτηση με την συσσώρευση της ζήτησης σε αραιοκατοικημένες περιοχές
- Έμφαση σε πρωτοβουλίες έρευνας και ανάπτυξης σε τεχνολογίες πληροφορικής και επικοινωνιών

Στα πλαίσια του προγράμματος του Γ' ΚΠΣ (δράση 4.2) «Δημιουργία σημείων ασύρματης ευρυζωνικής πρόσβασης – wireless hotspots» χρηματοδοτείται η δημιουργία / λειτουργία σημείων ασύρματης ευρυζωνικής πρόσβασης, που θα δίνουν τη δυνατότητα σε επιχειρήσεις να προσφέρουν σε χρήστες που κινούνται στο χώρο κάλυψης τους-εξωτερικούς επισκέπτες, φιλοξενούμενους αλλά και εργαζόμενους-πρόσβαση σε δικτυακές ή διαδικτυακές (Internet, Intranet, Extranet) υπηρεσίες προστιθέμενης αξίας. Συμπληρωματικά, οι υποδομές αυτές μπορούν να χρησιμοποιηθούν και ως ασύρματα δίκτυα τοπικής πρόσβασης (WLAN) αποτελώντας μία χαμηλού κόστους και υψηλής αξιοπιστίας λύση για τις περιπτώσεις όπου δεν είναι εφικτή ή επιθυμητή η εγκατάσταση δομημένης καλωδίωσης.
Όσον αφορά τις ασύρματες ευρυζωνικές τεχνολογίες / υπηρεσίες στην Ελλάδα, έχουν εκδοθεί 3 άδειες 3G-UMTS (Vodafone, Cosmote, Telestet). Το κόστος κυμάνθηκε από (€146εκ. - €176εκ.). Οι εν λόγω επενδύσεις έχουν μεγάλο χρονικό ορίζοντα για την απόδοση της επένδυσης (ROI). Έχουν ήδη αρχίσει να παρέχονται υπηρεσίες από τις εταιρείες (Vodafone Live, Imode κλπ).
Για την τεχνολογία LMDS έχει υπάρξει αρκετό ενδιαφέρον. Έχουν εκδοθεί 8 άδειες δικτύων (3 άδειες στα 3,5GHz και 5 στα 25 GHz). Το κόστος των αδειών LMDS κυμάνθηκε από €4,5 εκ. - €9 εκ. Βρισκόμαστε στη πρώτη φάση εμπορικής λειτουργίας των υπόψη δικτύων και έχουν εξαπλωθεί δίκτυα από τους παρόχους στους νομούς Θεσσαλονίκης και Αττικής.



Source: EU

Προκειμένου να τονωθεί στη χώρα μας η ζήτηση για ευρυζωνικές υπηρεσίες ώστε να πλησιάσουμε τον Ευρωπαϊκό μέσο όρο πρέπει να γίνουν ακόμα κάποια βήματα:

- Ενίσχυση ρόλου της ΕΕΤΤ ως ρυθμιστικής αρχής αλλά και του ανταγωνισμού.
- Επιτάχυνση της εκδίκασης υποθέσεων τόσο σε επίπεδο Ρυθμιστικών Αρχών όσο και δικαστηρίων.
- Επιμόρφωση των λειτουργών της δικαιοσύνης σε θέματα τηλεπικοινωνιών.
- Καθιέρωση σταθερού Ρυθμιστικού Πλαισίου, που θα συνδράμει στην ενίσχυση των επενδύσεων για ευρυζωνικές υποδομές. (σταθερές - οπτική ίνα, ADSL, R-LAN - WiFi, LMDS όσο και κινητές επικοινωνίες - 3G).
- Βελτίωση των συνθηκών αδειοδότησης σταθμών βάσης και κεραιών.
- Πολιτική ενημέρωσης των καταναλωτών (π.χ. για ακτινοβολία, θέματα υγείας από κεραίες, χρήση τερματικών συσκευών –π.χ. κινητής τηλεφωνίας).
- Αποσαφήνιση και ομογενοποίηση των δικαιωμάτων διέλευσης (ενιαία πολιτική χρεώσεων απ όλους τους Δήμους) για την ανάπτυξη τηλεπικοινωνιακών δικτύων.
- Απελευθέρωση του τοπικού βρόγχου και ουσιαστική λειτουργία του δικαιώματος συνεγκατάστασης.
- Επιδότηση των τελών ενεργοποίησης και των παγίων τελών των ευρυζωνικών συνδέσεων και υπηρεσιών.
- Στρατηγική ενθάρρυνσης χρήσης και ζήτησης (demand stimulation) & καθιέρωση θεσμικού πλαισίου και πλαισίου ασφάλειας.
- Υποστήριξη πολιτικών ομαδοποίησης της ζήτησης για τη δημιουργία κρίσιμης μάζας χρηστών.
- Δημιουργία Κινήτρων για ανάπτυξη εφαρμογών ικανών να εκμεταλλευτούν τις δυνατότητες των δικτύων ευρυζωνικής πρόσβασης. (π.χ. στο πλαίσιο του 3ου ΚΠΣ έχουν σχεδιαστεί δράσεις ψηφιακοποίησης περιεχομένου (π.χ. πολιτιστικά αποθέματα) και παραγωγής δευτερογενούς πληροφορίας, αλλά δεν υπάρχει πρόβλεψη για την ενίσχυση της επιχειρηματικότητας στην κατεύθυνση εμπορικής εκμετάλλευσης του περιεχομένου αυτού).

4. Ο θαυμαστός Ασύρματος Κόσμος του μέλλοντος (η 4^{η} Γενιά)

Όπως έχει δείξει η μέχρι σήμερα εμπειρία, τα κινητά συστήματα εξελίσσονται σε κύκλους οι οποίοι διαρκούν περίπου δέκα χρόνια. Η πρώτη γενιά των κινητών συστημάτων παρουσιάστηκε Στις αρχές της δεκαετίας του 80 , ακολούθησε το GSM στις αρχές της δεκαετίας του 90 και τελικά το UMTS στις αρχές της δεκαετίας του 2000.
Η εποχή μας είναι μια εποχή αλλαγών, όχι μόνο στις τηλεπικοινωνίες αλλά και στη βιομηχανία, στο εμπόριο και στην καθημερινή ζωή. Πολλές αρχές, οι οποίες μέχρι πρόσφατα θεωρούνταν προφανής, τώρα αμφισβητούνται. Είναι γνωστό σε όλους η μεγάλη πτώση που παρατηρήθηκε στις τηλεπικοινωνίες και στην βιομηχανία της πληροφορικής πριν από μερικά χρόνια, οπότε πολλές

εταιρείες «dot.com» έκλεισαν. Την ίδια εποχή στις τηλεπικοινωνίες εμφανίζεται η $3^{η}$ γενιά (3G) των κινητών κυψελωτών συστημάτων, το UMTS. Με το UMTS είναι δυνατή η χρήση υψηλών ταχυτήτων επικοινωνιών δεδομένων κατά την κίνηση. Η χρήση του επιτρέπει την πρόσβαση στο διαδίκτυο και σε υπηρεσίες ηλεκτρονικού Εμπορίου, εν κινήση.
Παρ όλα αυτά η μετάβαση από ένα σύστημα βασισμένο στη φωνή, σε ένα άλλο σύστημα βασισμένο στα δεδομένα, δεν φαίνεται να πηγαίνει τόσο ομαλά όσο είχαν προβλέψει οι εταιρείες. Σημαντικές ερωτήσεις θα πρέπει να απαντηθούν:

1. Ποια ουσιαστική ζήτηση έρχεται να καλύψει ο νέος ασύρματος κόσμος.
2. Πως τα άλματα της τεχνολογίας θα συνδυαστούν με ομαλό τρόπο.
3. Πως οι ασύρματες επικοινωνίες μπορούν να γίνουν παγκόσμια διαθέσιμες για τους ανθρώπους και για τα πράγματα.
4. Ποια επιχειρηματικά μοντέλα θα οδηγήσουν τον ασύρματο κόσμο (ποιοι είναι οι θεμελιώδεις νόμοι του).

Έχει γίνει σαφές στις διάφορες κατά καιρούς συζητήσεις, ότι η ανάπτυξη ενός καθαρά «τεχνικού οράματος» , (π.χ νέες έννοιες δικτύων ή ράδιο διεπαφές) δεν είναι ικανοποιητική λύση. Θα πρέπει να τεθεί σε ένα πολύ ευρύτερο πλαίσιο το οποίο θα περιλαμβάνει :

- μια χρηστο -κεντρική προσέγγιση, που εξετάζει τους νέους τρόπους που θα αλληλεπιδρά ο χρήστης με τα ασύρματα συστήματα
- νέες υπηρεσίες και εφαρμογές που είναι δυνατές με τις νέες τεχνολογίες,
- νέα επιχειρησιακά πρότυπα που μπορούν να επικρατήσουν στο μέλλον, υπερνικώντας το παραδοσιακό χρήστη, τον παροχέα υπηρεσιών και δικτύων.

Από τα παραπάνω βγαίνει το συμπέρασμα ότι η επόμενη μεγάλη ώθηση στην καινοτομία, θα είναι εξαιτίας των νέων τρόπων αλληλεπίδρασης των ανθρώπων με τα συστήματα ή μεταξύ των συστημάτων. Ένα παράδειγμα για ένα όραμα του ασύρματου κόσμου είναι η αναδυόμενη ανάγκη να γεφυρωθεί ο πραγματικός και ο προσωπικός εικονικός κόσμος και αυτή η επαφή να είναι συνεχής. Ο ασύρματος κόσμος επομένως πρέπει να εξετάσει την επικοινωνία μεταξύ των πραγμάτων, των ανθρώπων και των cymans (τα συνθετικά αντίστοιχά μας στον εικονικό κόσμο) το αποτέλεσμα της οποίας, ο μελλοντικός Ασύρματος Κόσμος, θα είναι ένα φυσικό βελτιωμένο περιβάλλον.

4.1 Προσπάθειες

Στην Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ), η έρευνα για θέματα τα οποία είναι βασικά για το μελλοντικό Ασύρματο Κόσμο, έχει ξεκινήσει από το 1990 με το «5^{th} Framework Programme». Επόμενο βήμα ήταν η συγγραφή του «Book of Visions 2000,2001» (από το οποίο άντλησα μεγάλο μέρος αυτής της εργασίας) ενώ πιο έντονη ερευνητική προσπάθεια αναμένεται να αρχίσει το 2005 καθώς πλησιάζουμε προς τον αναμενόμενο χρόνο διάθεσης της νέας τεχνολογίας. Το 2006 αναμένεται να αρχίσει η ανάπτυξη και ολοκλήρωση της νέας τεχνολογίας, ενώ η πρώτη εμπορική παρουσίαση αναμένεται γύρω στο 2012.

Εκτός από την προσπάθεια της ΕΕ , άλλοι οργανισμοί και ομάδες ανά την υφήλιο, ασχολούνται με την ανάπτυξη εργαλείων και μεθόδων για το νέο κόσμο που φαίνεται να έρχεται. Τέτοιοι οργανισμοί είναι :

Το Ιαπωνικό Συμβούλιο Τηλεπικοινωνιών (TTC)[6]

Οι διαχειριστές κινητής τηλεφωνίας στην Ιαπωνία έχουν δώσει ώθηση για δίκτυα και υπηρεσίες τρίτης γενεάς, το οποίο απεικονίζεται στις διαθέσιμες υπηρεσίες I-Mode και FOMA, η πρώτη εμπορική προσφορά του DoCoMo σε υπηρεσίες 3G. Το ιαπωνικό συμβούλιο τηλεπικοινωνιών, διαδραματίζει έναν σημαντικό ρόλο στη υπάρχουσα συζήτηση σχετικά με τα συστήματα κινητής επικοινωνίας νέας γενεάς. Στην πρόσφατη έκθεσή του, «Future Prospect of the New Generation Mobile Communication System» αναγνωρίζεται ο αντίκτυπος της επικοινωνίας στην κοινωνία. Αναφέρεται ότι η πανταχού παρούσα πρόσβαση στις πληροφορίες θα παίξει ένα σημαντικό ρόλο στις σύγχρονες κοινωνίες. Η τεχνολογία IP και αυτή του Διαδικτύου αναμένονται να είναι οι ακρογωνιαίοι λίθοι ενός συστήματος κινητής επικοινωνίας νέας γενεάς, το οποίο θα παρέχει:

- Πάρα πολύ μεγάλη ταχύτητα, υψηλής ποιότητας μετάδοση
- Ευέλικτες και διαφορετικές υπηρεσίες
- ανοικτές υπηρεσίες.

ITU-R WG8F

Το ITU-R Working Group 8F, είναι ένα διεθνές σημείο εστίασης για τα ασύρματα συστήματα και υπηρεσίες της επόμενης γενεάς. Τα οράματα και οι συστάσεις του για την τεχνική πραγματοποίηση τους, στηρίχτηκαν στις αναμενόμενες απαιτήσεις χρηστών για τα μελλοντικά κινητά συστήματα τηλεπικοινωνιών. Στις εργασίες του περιλαμβάνονται ζητήματα όπως οι ανάγκες φάσματος, οι υψηλότεροι ρυθμοί δεδομένων , ανάγκες υπηρεσιών IP συστημάτων (IMT-2000) κλπ.

EU IST: Cluster on Systems beyond 3G [7]

Η έρευνα για τα κινητά συστήματα μελλοντικής γενεάς στην Ευρώπη επηρεάζεται έντονα από το πρόγραμμα IST. Με το «Cluster on Systems beyond 3G» το πρόγραμμα έχει δημιουργήσει ένα φόρουμ με σκοπό να παγιώσει τα αποτελέσματα διάφορων ερευνητικών προγραμμάτων σε σχετικά πεδία Στα ενδιαφέροντα του προγράμματος περιλαμβάνονται:

- Εξέλιξη των συστημάτων πρόσβασης, των επίγειων και δορυφορικών τεχνολογιών τηλεπικοινωνιών καθώς και αλληλεπιδραστικών συστημάτων ράδιοφωνικής αναμετάδοσης
- IP στον πυρήνα και ράδιο πρόσβαση, συμπεριλαμβανομένης της διαχείρισης της κινητικότητας
- Αλληλεπίδραση μεταξύ υπαρχόντων, εξελισσόμενων και μελλοντικών συστημάτων.

Software Defined Radio (SDR) Forum[8]

[6] http://www.soumu.go.jp/joho_tsusin/eng/index.html
[7] http://www.cordis. lu/ist/ka4/mobile/beyond3g.htm
[8] http://sdrforum.org

Ένα από τα φόρουμ αφιερωμένα στη τεχνολογία του Ασύρματου Κόσμου είναι το SDR Forum. Το SDR Forum υποστηρίζει την ανάπτυξης, επέκταση, και χρήση ανοικτών αρχιτεκτονικών για τα προηγμένα ασύρματα συστήματα.

Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM) Forum[9]

Πέρα από τα προαναφερόμενα, βασικά συστατικά του Ασύρματου Κόσμου είναι και οι βελτιωμένες τεχνολογίες ράδιο πρόσβασης, μεταξύ των οποίων το OFDM θεωρείται ως η σημαντικότερη τεχνολογία για μια μελλοντική δημόσια κυψελοειδή τεχνολογία ράδιο πρόσβασης. Το OFDM Forum δημιουργήθηκε για να ενθαρρύνει ενιαία, συμβατά πρότυπα OFDM, που απαιτούνται για να υλοποιήσουν οικονομικά και αποδοτικά, μεγάλα ασύρματα δίκτυα με ποικίλες συσκευές. Το OFDM είναι μια ακρογωνιαία τεχνολογία για την επόμενη γενεά προϊόντων και υπηρεσιών υψηλής ταχύτητας ασύρματης πρόσβασης. Με την εισαγωγή του IEEE 802.11a, του ETSI BRAN, και των εφαρμογών πολυμέσων, ο ασύρματος κόσμος είναι έτοιμος για προϊόντα βασισμένα στην τεχνολογία OFDM.

IPv6 Forum[10]

Το όραμα του Ασύρματου Κόσμου του ITU και του TTC θεωρούν ότι το μελλοντικό κινητό σύστημα τηλεπικοινωνιών θα βασίζεται στην τεχνολογία Διαδικτύου. Το IPv6 Forum είναι αφιερωμένο στην ανάπτυξη του IP προς μια τεχνολογία η οποία θα είναι αναπόσπαστο τμήμα του μελλοντικού Ασύρματου Κόσμου.

Taskforce on Advanced Satellite Mobile Systems (ASMS)[11]

Το όραμα του ασύρματου κόσμου περιλαμβάνει τη δορυφορική επικοινωνία ως ένα μέσο της πανταχού παρούσας επικοινωνίας. Το Task Force on Advanced Satellite Mobile Systems, είναι ένα ανεξάρτητο, κατευθυνόμενο από τη βιομηχανία, σώμα, δεσμευμένο στην επιτυχη εισαγωγή και την ανάπτυξη των προηγμένων (συμπεριλαμβανομένου του 3G και μετά) κινητών συστημάτων δορυφορικών επικοινωνιών και των απαιτούμενων υπηρεσιών.

4.2 Μοντελοποίηση των ιδεών

Οι εργασίες προς τη δημιουργία του Ασύρματου Κόσμου του μέλλοντος, απαιτούν τη προσπάθεια μοντελοποίησης των ιδεών αυτών. Τα μοντέλα αυτά είναι τα εξής:

Το Πολυσφαιρικό μοντέλο (multisphere)

Πρόκειται για ένα μοντέλο αναφοράς με ανθρωποκεντρική προσέγγιση. Παρουσιάζει τον Ασύρματο Κόσμο σαν μια σειρά σφαιρών με κοινό κέντρο τον άνθρωπο.

Τα συνδετικά κομμάτια (bulding blocks)

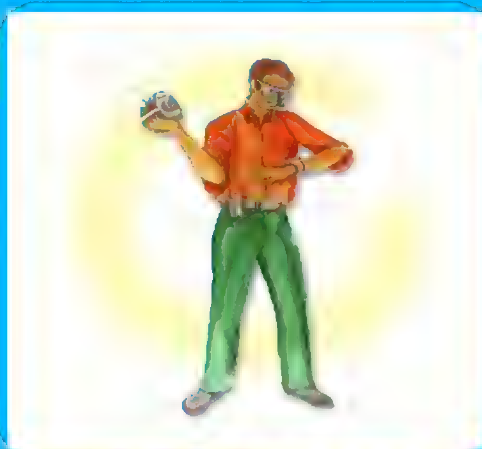
Πρόκειται για μια συλλογή βασικών τμημάτων και λειτουργιών τα οποία πιστεύεται ότι θα παίξουν σημαντικό ρόλο στο μέλλον

[9] http:/ /www.ofdm-forum.com
[10] http: //www.ipv6forum.com
[11] http://www.cordis.lu/ist/ka4/mobile/satcom.htm

4.2.1 Το Πολυσφαιρικό μοντέλο

Η περιγραφή αυτού του μοντέλου οδηγήθηκε από την παρατήρηση της οριζοντιοποιησης που εισάγεται από το κινητό Διαδίκτυο 3ης γενιάς. Οι μελλοντικές εφαρμογές και υπηρεσίες, θα σύρουν μαζί τους ένα πλήθος ασύρματων τεχνολογιών. Αυτά τα στοιχεία θα είναι γύρω μας σαν σφαίρες μέσα στις οποίες ζούμε.

<u>Επίπεδο 1 : Το Ατομικό Δίκτυο Περιοχής (PAN – Personal Area Network)</u>



Εικόνα 9:Το Ατομικό Δίκτυο Περιοχής

Η πιο στενή αλληλεπίδραση με το Ασύρματο Κόσμο θα συμβαίνει με τα στοιχεία που είναι κοντινότερα σε μας ή είναι μέρος του σώματός μας. Οι μέθοδοι επικοινωνίας θα είναι ενσωματωμένες στα ενδύματα μας. Κατόπιν αιτήσεως θα αρχίζουν να ανακαλύπτουν το περιβάλλον και να διανέμουν ένα κοινό εικονικό τερματικό πέρα από μας. Το όραμα του Ατομικού Δικτύου Περιοχής, είναι εφικτό με τη σημερινή τεχνολογία. Χρειάζεται όμως πιο στενή ολοκλήρωση με τη γενική έννοια. Δεδομένου ότι το μέσο επικοινωνίας θα είναι το σώμα μας, τα ζητήματα ισχύος είναι κρίσιμα για το PAN. Επίσης σημαντικά στοιχειά είναι οι γρήγορες, ευέλικτες και αυτόματες διαμορφώσεις και η προστασία της μυστικότητας της επικοινωνίας.

<u>Επίπεδο 2 : Το άμεσο περιβάλλον</u>



Εικόνα 10:Το άμεσο περιβάλλον

Στο επόμενο επίπεδο βρίσκουμε τα στοιχεία του πραγματικού κόσμου γύρω από μας. Αυτήν την περίοδο δεν αλληλεπιδράμε μαζί τους αλλά στο μέλλον θα λαμβάνουν την ειδοποίηση της παρουσίας μας, θα αλληλεπιδρών μαζί μας και θα μετατρέπονται σε εξατομικευμένα στοιχεία. Οι τηλεοράσεις θα πρέπει να ξέρουν για ποια προγράμματα ενδιαφερόμαστε, οι φρυγανιέρες να ψήνουν το τοστ στο επιθυμητό επίπεδο ψησίματος και τα ψυγεία να μας πουν τι πιθανώς θα έπρεπε να ξαναπαραγγείλουμε δεδομένου ότι δεν μας φτάσει το γάλα για το Σαββατοκύριακο.
Δεδομένου ότι η δυσκολία χρήσης των τρεχουσών τεχνολογιών είναι ενοχλητική για πολλούς ανθρώπους, τα μαθησιακά και προσαρμοστικά περιβάλλοντα θα πρέπει να αρχίσουν να καλύπτουν τις πραγματικές και θεμελιώδεις ανάγκες των χρηστών. Ενώ η εξατομίκευση ως τεχνολογία θα γίνει μέρος σχεδόν όλων των συσκευών στο μέλλον, αυτό που είναι σημαντικό είναι η δυνατότητα να προσωποποιούν διάφορες συσκευές με μια ταυτόχρονη κοινή προσέγγιση.

Επίπεδο 3 : Άμεσοι συνεργάτες



Εικόνα 11:Άμεσοι συνεργάτες

Ένα βήμα παραπέρα αλληλεπιδράμε με τους ανθρώπους γύρω μας καθώς επίσης και με πιο σύνθετα συστήματα όπως τα αυτοκίνητα. Μπορούμε να θέλουμε να τους μιλήσουμε ή να περάσουμε πληροφορίες μέσω αυτών. Θεωρείται αφενός, ότι στο μέλλον οι ασύρματες δυνατότητές θα πρέπει να μας επιτρέπουν μια ευκολότερη και ίσως πλουσιότερη αλληλεπίδραση με τους πολύ κοντινούς ανθρώπους απ' ό,τι με τους ανθρώπους σε μια άλλη ήπειρο. Αφ' ετέρου, η «εγγύτητα» μπορεί επίσης να θεωρηθεί ως το να είσαι μέρος ενός στενού δικτυού ανθρώπων με τους οποίους θέλεις να διασυνδέεσαι και επιθυμείς να είσαι ενήμερος για τις επιθυμίες και τις σκέψεις τους γρήγορα, ανεξάρτητα από το αν βρίσκονται σ άλλη ήπειρο.

Επίπεδο 4 : Ασύρματη πρόσβαση


Εικόνα 12:Ασύρματη πρόσβαση

Αυτό που έχει καταστήσει την κινητή επικοινωνία τόσο επιτυχή είναι η δυνατότητα να παρέχει κάλυψη μιας ευρείας περιοχής. Αυτό θα παραμείνει βεβαίως μια θεμελιώδης απαίτηση. Είτε άμεσα με το PAN, είτε έμμεσα μέσω των στιγμιαίων συνεργατών, οι δημόσια προσιτές ράδιο διεπαφές θα πρέπει να είναι εφικτές.
Οι τρέχουσες υποδομές μπορούν να συμπληρωθούν από πλήθος πρόσθετων εμπορικών επιχειρήσεων, όπως ιπτάμενοι σταθμοί βάσεως (π.χ. HAPS), σημεία τοπικής πρόσβασης μεγάλων ταχυτήτων ή εξειδικευμένες οδικές τεχνολογίες. Για αυτούς τους νέους τύπους υποδομής θα είναι ζωτικής σημασίας η παροχή προσαρμοστικότητας σε διάφορα τερματικά, η απλή αλληλεπίδραση με το βασικό κορμό και το χαμηλό, κοντά στο μηδέν, λειτουργικό κόστος.

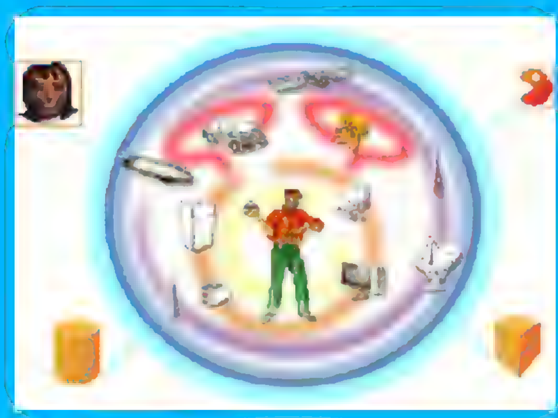
Επίπεδο 5: Αλληλοσυνδετικότητα


Εικόνα 13:Αλληλοσυνδετικότητα

Η αξία των τεχνολογιών επικοινωνιών λέγεται ότι αυξάνει αναλογικά με το τετράγωνο του αριθμού των συνδεδεμένων συσκευών. Επομένως, ένας κρίσιμος στόχος είναι να διατηρηθεί η καθολική ασύρματη αλληλοσυνδετικότητα, όπως στα σημερινά κινητά δίκτυα. Η προσφορά σωστού επίπεδου υποστήριξης για τις διάφορες εξειδικευμένες ράδιο-διεπαφές και τα τερματικά είναι μια βασική απαίτηση. Είναι επομένως εμφανής η ανάγκη και για ένα ράδιο-στρώμα σύγκλισης για τα διάφορα API εκτός από τα εξελιγμένα στρώματα μεταφορών και IP δικτύωσης. Οι εξελίξεις της αλληλοσυνδετικότητας στον Ασύρματο Κόσμο, θα μεταβιβάζουν τις συγκεκριμένες πληροφορίες ράδιο-διεπαφών στις εφαρμογές και θα επιτρέπουν τη συνεχή ολοκλήρωση των

σύγχρονων άμεσων υπηρεσιών επικοινωνίας με τις ασύγχρονες, βασιζόμενες στα μηνύματα, υπηρεσίες.

Επίπεδο 6 : Κυβερνοκόσμος



Εικόνα 14: Κυβερνοκόσμος

Η εξωτερική σφαίρα, η πιο μακρινή από τον άμεσο πραγματικό κόσμο μας, αντιπροσωπεύει το Κυβερνοκόσμο μας. Είναι πιθανό ότι σύντομα η παρουσία μας στο δημιουργημένο από εμάς Κυβερνοκόσμο θα είναι τόσο σημαντικό σε μας όσο και η παρουσία μας στον πραγματικό κόσμο. Αυτή η τάση είναι ήδη ορατή εάν παρατηρήσουμε τη σημερινή έκρηξη των υπηρεσιών και τον αντιληπτό ρεαλισμό των προηγμένων παιχνιδιών. Στο κυβερνοκόσμο μπορούμε να μείνουμε σε επαφή με τους (σημασιολογικούς) πράκτορες μας , τις βάσεις γνώσεων, τις κοινότητες, τις υπηρεσίες και τις συναλλαγές μας. Μια βαθιά κατανόηση αυτού του κόσμου είναι απαραίτητη για να αναπτυχθούν οι τεχνολογίες του Ασύρματου Κόσμου που ικανοποιούν πραγματικά τις θεμελιώδεις ανάγκες μας.

4.2.2 Οι δομικές μονάδες του ασύρματου κόσμου

Το μοντέλο που περιγράφηκε προηγουμένως, είναι ένα μοντέλο με κέντρο το χρήστη. Η μελέτη και άλλων θεμάτων είχε σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία ενός μοντέλου που αφορά το σύστημα . Οι δομικές μονάδες αυτού του συστήματος αναφέρονται παρακάτω:

Εικόνα 15:Οι 9 δομικές μονάδες του Ασύρματου Κόσμου

1. Αυξημένη πραγματικότητα/Κυβερνοκόσμος

Νέοι τύποι αλληλεπιδράσεων θα χαρακτηρίσουν τον Ασύρματο Κόσμο στο μυαλό των ανθρώπων. Τα τερματικά επικοινωνίας θα φέρονται στα ρούχα, και οι αλληλεπιδράσεις χωρίς κάποια συσκευή, θα γίνουν μοντέρνες. Ο χώρος επικοινωνίας του χρήστη θα εποικηθεί από είδωλα (avatar), και η πραγματικότητα θα αυξηθεί με χρήσιμες πληροφορίες.

2. Σημασιολογικά ενήμερες υπηρεσίες

Οι υπηρεσίες που παρέχονται στον Ασύρματο Κόσμο, θα πρέπει να καταλαβαίνουν τι θέλει ο χρήστης, βασισμένες σε προηγούμενη παρατήρηση

και, ίσως, κάποια κοινή αίσθηση. Η υπηρεσία αυτή θα πρέπει να θυμάται, να συναγάγει, να σκέφτεται και να προτείνει ενέργειες.

3. Ανακάλυψη ομότιμων κόμβων

Οι λύσεις για τον εντοπισμό των φορέων παροχής υπηρεσιών και άλλων χρηστών είναι βασική δομική μονάδα στον Ασύρματο Κόσμο. Η σωστή λειτουργία της θα ασκήσει ισχυρές επιδράσεις στην αντίληψη των χρηστών για την ποιότητα υπηρεσιών. Πρέπει να βρεθούν τεχνολογικές λύσεις που να λειτουργούν στα όρια των δικτύων και να εναρμονίζουν την πρόσβαση στο πλήθος των διαθεσίμων υπηρεσιών.

4. Ασφάλεια & μυστικότητα από άκρο σε άκρο

Στον Ασύρματο Κόσμο, οι χρήστες αναμένεται να στηρίζονται στο σύστημα επικοινωνιών σε πολύ υψηλότερο βαθμό από ότι τώρα. Αυτό υπονοεί υψηλή διαθεσιμότητα των συστημάτων και ακεραιότητα της επικοινωνίας. Οι πληρωμές μέσω των κινητών συσκευών θα είναι κάτι κοινό και αυτό με τη σειρά του υπονοεί την ανάγκη παροχής καθολικών, εύχρηστων, ασφαλών και φτηνών υπηρεσιών.

5. Συνεταιριστικά δίκτυα & τερματικά

Ο Ασύρματος κόσμος, υποτίθεται ότι θα περιλαμβάνει διάφορες ετερογενείς τεχνολογίες, οι οποίες πρέπει να συντονίζονται με τέτοιο τρόπο ώστε να παρέχουν μια υπηρεσία στο χρήστη. Οι λεπτομέρειες και οι διαφορές των δικτύων και των μέσων πρόσβασης πρέπει να μην εμφανείς. Αυτό που θα πρέπει να καταλαβαίνει ο χρήστης θα είναι μια συνεχής περιοχή υπηρεσιών ακόμα και μεταξύ των ορίων διαφορετικών τεχνολογιών. Μια αρχιτεκτονική IP θα μπορούσε να είναι η κοινή βάση για συνεργασία.

6. Ετερογενής ,κατά περίπτωση, δικτύωση

Το δίκτυο επικοινωνίας του Ασύρματου Κόσμου θα περιλαμβάνει ειδικά στοιχεία που θα συνεργάζονται για να κατασκευάσουν νησίδες δικτύων. Τέτοιες διαμορφώσεις θα εμφανιστούν σε δυναμικές ζώνες όπως οι αερολιμένες ή τα εμπορικά κέντρα. Επιπλέον συνδέσεις επικοινωνίας κατά περίπτωση, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να εξασφαλίσουν πρόσβαση στον Ασύρματο Κόσμο για μακρινούς κινητούς σταθμούς χωρίς άμεση σύνδεση.

7. Ράδιο διεπαφές 4^{ης} γενιάς (4G)

Διαφορετικές ράδιο τεχνολογίες, προσαρμοσμένες σε συγκεκριμένα περιβάλλοντα πρέπει να καθοριστούν. Η φασματική συνύπαρξή τους πρέπει να είναι εγγυημένη με τον καθορισμό κατάλληλων κανόνων για τη χρήση των συχνοτήτων. Τεχνολογίες, όπως οι λύσεις εξαιρετικά ευρειών ζωνών (Ultra wideband-UWB) και πολύ-μεταφορέων, πρέπει να ερευνηθούν, καθώς και οι μηχανισμοί για τη διανομή του φάσματος.

8. Έξυπνες κεραίες & Σταθμοί βάσης

Η τεχνολογία κεραιών και οι έξυπνες κεραίες μπορούν να συμβάλουν σημαντικά στη μελλοντική τεχνολογία ράδιο πρόσβασης. Νέες και ενδιαφέρουσες τεχνολογίες όπως οι Πλατφόρμες Μεγάλου ύψους (HAP -High Altitude Platforms) παρουσιάζουν ενδιαφέρον και πρέπει να αξιολογηθούν.

9. Ράδιοπρόσβαση καθοριζόμενη από λογισμικό

Αυτή η τεχνολογία είναι ένα βασικό στοιχείο για μια εύκαμπτη δικτυακή αρχιτεκτονική, που επιτρέπει εύκολη προσαρμογή στις απαιτήσεις των εφαρμογών. Κατά συνέπεια, εξασφαλίζει μια δικτυακή αρχιτεκτονική , η οποία μπορεί να συμβαδίζει με τις καινοτομίες των εφαρμογών και να αλλάξει τις λίστες πρωτοκόλλου των κινητών σταθμών από μακριά.

4.3 Θέματα που θα προκύψουν

Η εικόνα που παρουσιάστηκε πιο πάνω δεν είναι ούτε μονολιθική ούτε τετελεσμένη ακόμα. Είναι ένα βήμα στη δημιουργία μιας συναίνεση για μια κοινή άποψη των συστημάτων που πρόκειται να έρθουν.

4.3.1 Η ανθρώπινη προοπτική του μελλοντικού Ασύρματου Κόσμου

Γενικά, θεωρείται ότι η ανάπτυξη του Ασύρματου Κόσμου θα είναι αληθινά χρήστοκετρική και ότι θα παράσχει στο χρήστη ένα νέο άνοιγμα αισθήσεων και εμπειριών και νέες δυνατότητες αντίληψης του στενού περιβάλλοντος του. Μόνο με την ικανοποίηση του χρήστη πέρα από τις προσδοκίες του είναι δυνατό να παραχθούν τα έσοδα που απαιτούνται για να δημιουργηθούν, εγκατασταθούν και ενεργοποιηθούν τα νέα συστήματα.

4.3.2 Εξέλιξη των τηλεπικοινωνιακών συστημάτων

Κατά τη διάρκεια του πρώτου αιώνα ύπαρξής τους, τα συστήματα επικοινωνιών έχουν παρουσιάσει μια σοβαρή υποβάθμιση της δυσκολίας χρήσης του τελικού χρήστη. Τα πρώτα έτη της σταθερής τηλεφωνίας, οι κλήσεις πραγματοποιούνταν με τη βοήθεια ενός ευφυούς, φωνητικά ενεργοποιημένου πράκτορα επικοινωνίας, του Χειριστή. Δεδομένου ότι ο αριθμός χρηστών αυξήθηκε, έτσι αυξήθηκε και ο βαθμός πολυπλοκότητας και του γνωστικού φορτίου που τέθηκε στους τελικούς χρήστες.

Η τεχνολογία έπρεπε να λύσει τα προβλήματα μαζικής αγοράς, πράγμα που οδήγησε στους σημερινούς αριθμούς τηλεφώνων 20-ψηφίων που πληκτρολογούνται σε μια μηχανή (πληκτρολόγιο) , που αντιπροσωπεύει τη διεύθυνση συσκευών (όχι ακόμη ανθρώπων) στις περισσότερες περιπτώσεις.

Ένα βασικό ζήτημα, είναι η δημιουργία αλληλεπίδρασης επικοινωνιών που μοιάζει με την επικοινωνία ανθρώπινου προς άνθρωπο. Δεδομένου ότι η υπάρχουσα τεχνολογία γίνεται όλο και περισσότερο σύνθετη, η ανάγκη για έναν απλό και γενικό τρόπο επικοινωνίας και αλληλεπίδρασης γίνεται σημαντικότερη. Το χάσμα μεταξύ το πώς επικοινωνούμε πρόσωπο με πρόσωπο και του τεχνητού τρόπου επικοινωνίας πρέπει να μειώνεται. Οι μοναδικές και συναρπαστικές ικανότητες των ανθρώπων πρέπει να περιληφθούν και να χρησιμοποιηθούν για να συγχωνεύσουν τις εντυπώσεις από διάφορες αισθήσεις και να τις αναλύσουν, βασισμένες σε προηγούμενες εμπειρίες μας. Αυτός είναι ο μόνος τρόπος που μπορεί να εξασφαλίσει ότι οι νέες τεχνολογίες θα υποστηρίξουν τη διαισθητική και εξελικτική αλληλεπίδραση ανθρώπων-συστημάτων.

4.3.3 Βασικές ανάγκες του χρήστη

Η εξέλιξη των επικοινωνιακών λύσεων ασκεί βαθιά επίδραση στην κοινωνία μας. Το να είναι κάποιος σε θέση να μιλήσει σε ανθρώπινα οντά έξω από την ακουστική του περιοχή ήταν μια βασική ανθρώπινη ανάγκη, σε μια εποχή όπου τα ταξίδια δεν ήταν εύκολα. Η σταθερή τηλεφωνία είναι σήμερα ένα πάγιο για

τους περισσότερους ανθρώπους σε μερικά μέρη του κόσμου. Όμως, ένας στους τρεις ανθρώπους που ζουν στη γη, δεν έχει κάνει ακόμα ένα τηλεφώνημα. Η δυνατότητα επικοινωνίας ακόμα και όταν δεν υπάρχει σταθερό τηλέφωνο στο εγγύς περιβάλλον, ήταν το επόμενο φυσικό βήμα.
Η μεγάλη προσδοκία που καλύφθηκε σε αυτή τη περίπτωση ήταν η δυνατότητα να επικοινωνούν μαζί του σε ένα αριθμό τηλεφώνου, ανεξάρτητα από τη θέση στην Ευρώπη, την Αυστραλία και μερικά μέρη της Ασίας και της Βόρειας Αμερικής. Δεδομένου ότι η κοινωνία μας κινείται στην εποχή της πληροφορίας και της επικοινωνίας, η παγκόσμια πρόσβαση σε πληροφορίες και μέσα γίνεται μια βασική προϋπόθεση των προηγμένων χρηστών. Επομένως, η σφαιρική κινητικότητα της φωνής και των στοιχείων αποτελεί τη βάση ανάπτυξης για τις λύσεις κινητής επικοινωνίας γνωστές ως $3^{η}$ Γενιά (3G). Παρόλα αυτά, εκατό έτη μετά την ανακάλυψη του τηλεφώνου , η κινητικότητα φωνής, χρησιμοποιείται περίπου από το 5% του πληθυσμού της γης. Σήμερα (2004), 6 δισεκατομμύρια άνθρωποι δεν είναι κύριοι μιας συνδρομής κινητής τηλεφωνίας.
Εκτιμάται ότι τα συστήματα πληροφοριών και επικοινωνιών που ανήκουν σε διαφορετικές γενεές θα συνυπάρχουν για αρκετό χρονικό διάστημα. Οι χρήστες θα έχουν επίσης διαφορετικές απαιτήσεις, από την πραγματοποίηση ενός πρώτου, βασικού τηλεφωνήματος σταθερής γραμμής, μέχρι τη παρακολούθηση ενός τηλεοπτικού μηνύματος ενώ κάνουν διακοπές σε κάποια παραλία.

Προκειμένου να δημιουργηθούν συστήματα και υπηρεσίες για το μελλοντικό Ασύρματο Κόσμο ,υπάρχει ανάγκη να κατανοηθεί καλύτερα ο χρήστης και τι προσδιορίζει μια εμπειρία αλληλεπίδρασης μεταξύ χρηστών. Πρέπει να καταλάβουμε πώς αυτές οι υπηρεσίες έχουν επιπτώσεις στη συμπεριφορά των χρηστών σε διαφορετικές καταστάσεις, καθώς επίσης και ποιες απαιτήσεις θα βάλουν οι χρήστες προτού τις χρησιμοποιήσουν. Η εμπειρία του χρήστη επηρεάζεται πάντα από την τεχνολογία που χρησιμοποιείται για την αλληλεπίδραση με τις συσκευές. Η επαφή περιγράφει (και περιορίζει) τις δυνατότητες και τις ικανότητες των μελλοντικών συστημάτων επικοινωνιών. Για την επίτευξη αυτών απαιτείται η εξέταση και επίλυση τριών βασικών θεμάτων:

1. Κατανόηση του χρήστη
2. Νέα γενικά στοιχεία εφαρμογής
3. Νέες τεχνικές αλληλεπίδρασης

Τα θέματα δεν είναι απομονωμένα αλλά αλληλοεξαρτώμενα όπως φαίνεται στην εικόνα.

Νέα στοιχεία αλληλεπίδρασης



Εικόνα 16:Η ανθρώπινη άποψη για τον ασύρματο κόσμο.

4.3.4 Κατανόηση του χρήστη

Η παρατηρητική έρευνα χρηστών έχει χρησιμοποιηθεί επιτυχώς κατά τη διάρκεια των προηγουμένων ετών για να καθοδηγήσει την ανάπτυξη της νέας τεχνολογίας. Είναι αρκετά εύκολο να αφεθεί ο χρήστης να αποφασίσει εάν συμπαθεί ένα προϊόν ή όχι, εάν είναι εύχρηστο και εάν αισθάνεται ανάγκη για αυτό. Είναι όμως πολύ πιο δύσκολο να αφεθει ο χρήστης να εκφράσει τις ανάγκες του για το μέλλον, να κρίνει τεχνολογία που δεν εφαρμόζεται ακόμα. Είναι ακόμα πιο δύσκολο για τους χρήστες να εξηγήσουν τη συμπεριφορά τους, γιατί κάνουν ότι κάνουν σε μια ορισμένη κατάσταση. Σε αυτή τη πραγματικότητα μια συνήθως χρησιμοποιημένη μέθοδος για συγκέντρωση στοιχείων χρηστών, είναι η παρατήρηση της συμπεριφοράς τους στο φυσικό πλαίσιό τους. Οι μέθοδοι κυρίως χρησιμοποιούνται στην ακαδημαϊκή έρευνα. Οι σημερινοί μέθοδοι δεν είναι εύκολα εφαρμόσιμες στην ανάπτυξη των προϊόντων. Πρέπει να καθοριστούν με περισσότερη ακρίβεια για να είναι σε θέση να καλύψουν τις ανάγκες των βιομηχανιών για ευρεία συλλογή δεδομένων. Σε υψηλότερο επίπεδο είναι η έρευνα των μοντέλων της ανθρώπινης συμπεριφοράς. Ενοποιημένες μέθοδοι και εργαλεία που είναι βασισμένες σε γνωστά μοντέλα για το φυσικό κόσμο, καθοδηγούν τη δημιουργία προϊόντων και υπηρεσιών σήμερα. Η εισαγωγή στοιχείων συμπεριφοράς χρηστών στη δημιουργία υπηρεσιών είναι δύσκολη, δεδομένου ότι δεν υπάρχει κανένα ικανοποιητικό μοντέλο που χρησιμοποιείται και είναι προσαρμοσμένο για τον άνθρωπο. Υπάρχει επομένως η ανάγκη δημιουργίας ενός ενοποιημένου συμπεριφοριστικού μοντέλου χρηστών. Μια μέθοδος δημιουργίας ευλόγων περιπτώσεων χρήσης είναι να κατασκευαστούν και να αναλυθούν διάφορα σενάρια αναφοράς. Αυτά τα σενάρια πρέπει να έχουν ως σκοπό να καλύψουν τις κοινωνικές, οικονομικές καθώς επίσης και τεχνολογικές εξελίξεις και να διαμορφώσουν ένα λογικό πλαίσιο στο οποίο μπορούν να συντεριαστουν οι περιπτώσεις χρήσης. Τέλος, η κατανόησή του ρόλου των χρηστών στο ασύρματο μέλλον, μπορεί να επεκταθεί πολύ μέσω της χρήσης νέων και υπαρχουσών μεθοδολογιών, στη μελέτη συμπεριφοράς χρηστών, στις κλάσεις των εφαρμογών (π.χ. πλαίσιο-συνειδητοποίηση), ευρειών ομάδων χρηστών (κατά ηλικία, πολιτισμό, γεωγραφική περιοχή, ειδικές ανάγκες δυνατότητας πρόσβασης, κ.λπ.) και σε συγκεκριμένες δικτυακές περιοχές εφαρμογής. Ενδιαφέρουσες δικτυακές περιοχές, περιλαμβάνουν την υγειονομική περίθαλψη, την πυρόσβεση, τις εκτεταμένες επιχειρηματικές διοικητικές μέριμνες, την εκπαίδευση/την εκμάθηση, την κυβερνητική διοίκηση και την ψυχαγωγία.

4.3.5 Στοιχεία εφαρμογών

Οι νέες εφαρμογές για τη μελλοντική γενεά των ασύρματων συστημάτων θα έχουν διαφορετικά μονοπάτια εξέλιξης. Ένα μονοπάτι θα είναι οι λειτουργικές βελτιώσεις της ποιότητας των υπηρεσιών και εφαρμογών 3[ης] Γενιάς (3G). Οι σταθερές ευρυζωνικές εφαρμογές δικτύων θα γίνουν ασύρματες και κινητές. Το

τρίτο μονοπάτι εξέλιξης θα οδηγήσει στη δημιουργία ασύρματων και κινητών υπηρεσιών που δεν είναι δυνατές ούτε με τη τεχνολογία 3ης Γενιάς, ούτε με τα σταθερά δίκτυα.
Οι μελλοντικοί υπολογιστές όχι μόνο θα είναι κινητοί, αλλά οι πληροφορίες θα είναι προσιτές από οποιοδήποτε σημείο. Οι συσκευές θα αναγνωρίζουν ποιοι είμαστε και θα λαμβάνουμε πληροφορίες που μας αφορούν. Σε όλο αυτό το περιβάλλον, η βίο-αντίληψη θα χρησιμοποιηθεί όχι μόνο για ψυχαγωγία και ιατρικούς λόγους, αλλά και για ενισχύσει της πρόσωπο με πρόσωπο επικοινωνίας καθώς και της επικοινωνίας πρόσωπο με συσκευή.

4.3.5 Νέες τεχνικές αλληλεπίδρασης

Η εξέταση των σημερινών ασύρματων εφαρμογών και υπηρεσιών δείχνει ότι η διεπαφή καθορίζει την εμπειρία των χρηστών και προκαθορίζει όλες τις πιθανές χρήσεις των υπηρεσιών και των ικανοτήτων των υπολογιστών ή των επικοινωνιών. Είναι επομένως πολύ πιθανό ότι η εισαγωγή νέων τεχνικών αλληλεπίδρασης θα δώσει την απαιτούμενη ώθηση στη χρήση της νέας τεχνολογίας. Οι πρόσφατες πρόοδοι στα υπολογιστικά συστήματα που φοριούνται και τα ευφυή υφάσματα μας δείχνουν τις μελλοντικές κατευθύνσεις των τρόπων που θα πραγματοποιείται η αληθινά πανταχού παρούσα επεξεργασία και επικοινωνία.



Εικόνα 17:Το τηλεφωνικό γάντι[12]

Υπάρχουν διάφορες τάσεις στην περιοχή της αλληλεπίδρασης χρήστη που έχουν τη δυνατότητα της πρόκλησης αυτού του τύπου αναδιοργανωτικής αλλαγής.
Μια κοινή πτυχή όλων αυτών των τάσεων είναι η ανάγκη να εξεταστεί το γεγονός ότι ενώ η πολυπλοκότητα της τεχνολογίας που χρησιμοποιείται στην καθημερινή ζωή έχει αυξηθεί τρομακτικά, οι βασικές ανθρώπινες ικανότητες (αισθητήρια και όρια μηχανών, περιορισμένη και μακροπρόθεσμη μνήμη, η ισχύς επεξεργασίας των εγκεφάλων κ.λ.π.) έχει εξελιχθεί πολύ αργά. Προκειμένου να χρησιμοποιηθούν πλήρως οι ικανότητες της τεχνολογίας, πρέπει να επεκτείνουμε την αλληλεπίδραση με περισσότερες αισθήσεις (αφή, οσμή, γεύση) και να κάνουμε συγχρόνως καλύτερη χρήση των αισθήσεων που χρησιμοποιούνται σήμερα (ακοή και όραση) με το να ερευνήσουμε την περιφερειακή όραση και το περιβαλλοντικό άκουσμα.
Λαμβάνοντας υπόψη το αυξανόμενο εύρος ζώνης των νέων δικτύων ευρείας ζώνης, οι εφαρμογές θα αρχίσουν βαθμιαία να εκμεταλλεύονται τους νέους τρόπους αλληλεπίδρασης. Σύντομα η οποιαδήποτε δυσχέρεια δεν θα είναι στις μεταφορές των δεδομένων αλλά μάλλον θα καθορίζεται από το «Εύρος του Μυαλού».

---

[12] Usability and Interaction Lab, Ericsson Research, Sweden

4.4 Αρχιτεκτονικές υπηρεσιών για το νέο Ασύρματο Κόσμο

Οι μελλοντικές υπηρεσίες θα προσαρμόζονται στις ατομικές απαιτήσεις (ι-κεντρικές). Το σύστημα επικοινωνιών θα διαθέτει τη νοημοσύνη που απαιτείται για τη διαμόρφωση του χώρου επικοινωνίας κάθε ατόμου, προσαρμοσμένου στα ενδιαφέροντα, το περιβάλλον και το τρόπο ζωής.

Η ι-κεντρική επικοινωνία θεωρεί την ανθρώπινη συμπεριφορά ως αφετηρία προσαρμογής των συστημάτων επικοινωνιών σε αυτήν. Τα ανθρώπινα όντα δεν θέλουν να υιοθετήσουν την τεχνολογία, θέλουν μόνο να επικοινωνήσουν με το περιβάλλον τους. Ένας χρήστης μπορεί να έχει διαφορετικές προτιμήσεις κάτω από διαφορετικές καταστάσεις. Καθισμένος μόνος σε ένα σιωπηλό δωμάτιο μπορεί να δείχνει ότι ο χρήστης είναι πρόθυμος να λάβει εισερχόμενα τηλεφωνήματα. Εντούτοις, ο ίδιος χρήστης μπορεί να το πάρει ως διαταραχή όταν συμμετέχει σε μια συνομιλία με άλλους ανθρώπους. Να υπάρχει **προσωποκεντρική προσέγγιση των επικοινωνιών** απαιτεί γνώση της πραγματικής κατάστασης ενός χρήστη. Το ενεργό πλαίσιο, καθορίζει τη σχέση ενός ανθρώπου με έναν αριθμό αντικειμένων του χώρου επικοινωνίας του σε μια χρονική στιγμή, σε ένα ορισμένο περιβάλλον. Η καθολική πρόσβαση πληροφοριών, ο ευέλικτος έλεγχος του εξοπλισμού και των εγκαταστάσεων (π.χ. έξυπνα σπίτια), και οι προσωπικές επικοινωνίες (ενισχυτική προσωπική κινητικότητα και κινητικότητα τερματικών) αποτελούν τη βάση τέτοιων συστημάτων.
Οι ικανότητες αυτοδιδασκαλίας χρησιμοποιούνται για να σχεδιάσουν το περίγραμμα της συμπεριφορά των χρηστών, οι πολυάριθμες υπηρεσίες ή τα διάφορα χαρακτηριστικά γνωρίσματα των διαφορετικών υπηρεσιών είναι συνδυασμένες κατόπιν παραγγελίας, και αξιολογούνται τα κατάλληλα τερματικά, και οι στρατηγικές μετατροπής.
Τα χρονικά και χωρικά χαρακτηριστικά είναι μόνο δύο παραδείγματα πληροφοριών, τα οποία μπορούν να έχουν επιπτώσεις στο πλαίσιο επικοινωνίας. Η θερμοκρασία, το επίπεδο θορύβου, η ένταση του φωτός, η παρουσία άλλων ανθρώπων και αντικειμένων στην περιοχή, είναι πρόσθετες παράμετροι που μπορούν να βοηθήσουν να προσαρμόσουν τις εφαρμογές στις ανάγκες των χρηστών.
Ο στόχος της έρευνας τέτοιων αρχιτεκτονικών στον Ασύρματο Κόσμο είναι να επινοηθεί ένα πλαίσιο που να διαμορφώνει τη συμπεριφορά επικοινωνίας των ανθρώπινων όντων. Αυτό θα οδηγήσει σε ένα επεκτάσιμο σύστημα που θα είναι σχεδόν αόρατο στο χρήστη, ο οποίος δεν θα απαιτείται να κάνει καμία χρονοβόρα διαμόρφωση
Τελικά, ο ίδιος *ο χρήστης θα είναι όχι μόνο λήπτης αλλά και παροχεας υπηρεσιών* σε άλλους. Τα κύρια χαρακτηριστικά των ομότιμων (peer-to-peer) συστημάτων όπως αρχίζουν να προκύπτουν σήμερα είναι:

- Όλοι οι κόμβοι είναι ίσοι – δεν υπάρχει καμία διάκριση μεταξύ των κόμβων πελατών και κεντρικών υπολογιστών.
- Δεν υπάρχει κανένα κεντρικό στοιχείο ελέγχου (και έτσι καμία κεντρική αρχή).

- Σταθερά πρωτόκολλα επιτρέπουν την εύκαμπτη ειδική διαχείριση των κόμβων και των υπηρεσιών.
- Ισχυρή αίσθηση «της τοποθεσίας», «της εγγύτητας» ή «της κοινότητας» στην οποία ένας κόμβος λειτουργεί.

Ήδη σήμερα, η υψηλή ταχύτητα των επεξεργαστών και η μεγάλη ικανότητα αποθήκευσης είναι τόσο κοινές όσο και τα ευρυζωνικά δίκτυα και οι υπηρεσίες προστιθεμένης αξίας. Νέες υπηρεσίες, όπως το κατανεμημένο γραφείο, η τηλεργασία, και η συνεδρίαση μέσω video, θέτουν νέες τάσεις στην κοινωνία.

Τηλεπικοινωνίες

Η εποχή των μονολιθικών δικτύων τηλεπικοινωνιών με κεντρικά συγκεντρωμένη νοημοσύνη θα τερματιστεί. Η ολοκλήρωση των υπηρεσιών IP από το Διαδίκτυο (Voice over IP), και τα πλεονεκτήματα των δικτύων μεταγωγής πακέτων έχουν ήδη αλλάξει τα χαρακτηριστικά των δικτύων τηλεπικοινωνιών. Παρατηρώντας τα 3ης γενιάς κινητά δίκτυα, Parlay/OSA και VHE , φαίνεται να είναι ήδη είναι στη φάση τυποποίησης ή στην αγορά νέες προσεγγίσεις. Η αλληλεπίδραση πρωτοκόλλων ξεχωριστών στο παρελθόν, και η προσαρμογή μεγάλου όγκου πληροφοριών από τα Media Gateways δείχνουν αυτήν την τάση. ***Η σύγκλιση των δικτύων τηλεπικοινωνιών και των IP δικτύων*** δεν είναι πλέον κάτι το αόριστο, αλλά αποδεκτή πραγματικότητα.

Το Διαδίκτυο έχει αλλάξει, από ένα επιστημονικό δίκτυο για ειδικούς, σε μια αγορά αγαθών και πληροφοριών. Το Διαδικτυακό πρωτόκολλο επεκτείνεται ήδη για να υπερνικήσει τους αρχικούς περιορισμούς του σχετικά με τη σε πραγματικό χρόνο μετάδοση και την ποιότητα των υπηρεσιών. Το Διαδίκτυο είναι τώρα ένας επιχειρησιακός οδηγός που επηρεάζει όλους τους τομείς της παγκόσμιας οικονομίας. Σήμερα, η πιο προκλητική εργασία είναι η μοντελοποίηση των επιχειρηματικών διαδικασιών των επιχειρήσεων με την τεχνολογία του Διαδικτύου.

Συσκευές

Η μικροηλεκτρονική έχει επιτρέψει τις μικρές και ισχυρές φορητές συσκευές. Δύο διαφορετικές προσεγγίσεις κυβερνούν σήμερα την αγορά, το PalmPilot και η οικογένεια των τερματικών CE Windows. Επιπλέον, ένας νέος τύπος συσκευών κερδιζει εδαφος , αυτές που θα φοριούνται (wearables).

Πλαίσιο-ενήμερες υπηρεσίες

Θέματα όπως η αλληλεπίδραση υπηρεσιών και η εξατομίκευση υπηρεσιών καλύπτονται ήδη από πρόσφατες δραστηριότητες ανάπτυξης. Η αξιολόγηση του τελευταίου έχει δείξει ότι η εξατομίκευση των υπηρεσιών δεν είναι αρκετή για να ταιριάξει τις απαιτήσεις των χρηστών. Η εξατομίκευση υπηρεσιών υπολογίζει παράγοντες όπως ο χρόνος (χρονικές περίοδοι), οι δαπάνες, η μετατροπή πολυμέσων, και η σαφήνεια για να παραδώσει πληροφορίες. Εντούτοις, δεν υπάρχει καμία αναφορά στις υπονοούμενες περιστασιακές πληροφορίες ή το εκάστοτε πλαίσιο αναφοράς. Τα συστήματα επικοινωνιών, που δεν είναι ικανά να αντιδράσουν στις αλλαγές του περιβάλλον τους, δεν μπορούν να υποστηρίξουν αρκετά τους χρήστες. Οι πλαίσιο-ενήμερες εφαρμογές από την άλλη, μπορούν να παρέχουν μια απολύτως νέα λειτουργία προς στους χρήστες.

Επιχειρηματικά πρότυπα

Η σύγκλιση των παραδοσιακών συστημάτων τηλεπικοινωνιών, με αυτά που είναι βασισμένα στο Διαδίκτυο και η εμφάνιση νέων σεναρίων εφαρμογής (βασισμένων στην πανταχού παρούσα ασύρματη επικοινωνία) χρειάζεται νέα είδη επιχειρησιακών προτύπων. Ένα τέτοιο πρότυπο θα πρέπει να περιγράφει τις σχέσεις μεταξύ των συμβαλλόμενων. Αυτό θα επιτρέπει τη συμμετοχή του κάθε επιχειρησιακού συνεργάτη σε ένα παγκόσμιο επιχειρηματικό πεδίο αφενός και ελευθερία στην ανάπτυξη και την ολοκλήρωση, αφετέρου. Σε αυτή τη κατεύθυνση, σενάρια, όπως της διαδικασίας από τη δημιουργία υπηρεσιών μέχρι τη λογιστική και την τιμολόγηση θα πρέπει να αναλυθούν και να αξιολογηθούν.

Εξατομίκευση

Μια από τις σημαντικότερες τάσεις στην παρούσα κοινωνία των πληροφοριών είναι η εξατομίκευση. Εξατομίκευση είναι η έννοια της προσαρμογής (των κινητών) υπηρεσιών σε ένα πλαίσιο, όπως οι προτιμήσεις των χρηστών, η θέση των χρηστών, το δίκτυο και οι ικανότητες των τερματικών. Η εξατομίκευση θεωρείται ως ο βασικός παράγοντας για την επιτυχία/την αποτυχία των κινητών συσκευών και των υπηρεσιών της επόμενης γενιάς. Οι πληροφορίες και οι υπηρεσίες γίνονται όλο και περισσότερο προσαρμοσμένες στις μεμονωμένες προτιμήσεις και τα χαρακτηριστικά των χρηστών. Ο αρχικός στόχος πίσω από αυτό το είδος εξατομίκευσης είναι να καταστεί η χρήση ευκολότερη, η αντίληψη πιο ευχάριστη για τους χρήστες, και να επιτραπεί το εξατομικευμένο φιλτράρισμα του τεράστιου ποσού διαθέσιμων στοιχείων. Ένας άλλος στόχος της εξατομίκευσης, σε ένα εμπορικότερο πλαίσιο, είναι να αυξηθεί η αντιληπτή αξία των προσφερθεισών υπηρεσιών.
Αυτήν την περίοδο για το UMTS, μια έννοια εφαρμογής της εξατομίκευσης στρέφεται στη φορητότητα των εξατομικευμένων πληροφοριών στα όρια δικτύων και μεταξύ τερματικών προσδιορίζεται στο «Virtual Home Environment – VHE» .

Στον Ασύρματο Κόσμο, τα εξελιγμένα δίκτυα GSM θα ενσωματωθούν με τα WLAN ,PAN, BAN και τις άλλες ασύρματες τεχνολογίες για να διαμορφώσουν ένα πανταχού παρόν περιβάλλον με τη χρήση IP. Σε έναν τέτοιο κόσμο η πολύ-διοχέτευση είναι κοινή πρακτική. Οι εξατομικευμένες υπηρεσίες παραδίδονται σε καλωδιακές συσκευές, σε ασύρματα τερματικά και σε συσκευές ράδιοφωνικής αναμετάδοσης (π.χ. Ηλεκτρονικοί Οδηγοί Προγράμματος (EPG), προσωπικά ψηφιακά όργανα καταγραφής ή σε κεντρικούς υπολογιστές πολυμέσων). Η αρχιτεκτονική πρέπει να είναι ουδέτερη, εξυπηρετώντας το δίκτυο και τις τερματικές τεχνολογίες, που επιτρέπουν στους χρήστες να περιπλανιούνται ελεύθερα μεταξύ των δικτύων και των παροχέων, παγκοσμίως.

4.4.1 Συνειδητοποίηση πλαισίου αναφοράς (context awareness)

Πληροφορίες πλαισίου μπορούν να οριστούν ως οι οποιεσδήποτε πληροφορίες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να χαρακτηρίσουν την κατάσταση μιας οντότητας. Οι υπηρεσίες θα είναι εξατομικευμένες, προσαρμόζομενες στο υπάρχον πλαίσιο και σε μεταβαλλόμενες καταστάσεις.

Μια από τις πιο χαρακτηριστικές κινητές υπηρεσίες σήμερα είναι αυτές βασισμένες στην θέση του χρήστη. Αφενός οι υπηρεσίες μπορούν να παραδοθούν παντού, αφετέρου, η θέση του χρήστη επηρεάζει την υπηρεσία (τι παραδίδεται, π.χ. ένας χάρτης για μια άγνωστη πόλη του οποίου η κλίμακα αλλάζει δυναμικά σε σχέση με την ταχύτητα του χρήστη). Βέβαια, η συνειδητοποίηση του πλαισίου αναφοράς πηγαίνει αρκετά πέρα από τη συνειδητοποίηση θέσης. Η πλαίσιο-συνειδητοποίηση επεκτείνεται στην προσαρμογή των χαρακτηριστικών εισόδου –εξόδου των συσκευών, ανάλογα με τη διάθεση που έχει ο χρήστης κλπ

Διάφορες προσπάθειες έχουν γίνει ήδη στην οικοδόμηση μιας ανοικτής αρχιτεκτονικής βασισμένης στις υπηρεσίες Ιστού χρησιμοποιώντας το SOAP (simple object access protocol) , το UDDI (universal authority mark-up language) , και το WSDL (web service description language). Για τις τερματικές συσκευές αντίστοιχες προσπάθειες είναι το CC/PP (composite capabilities/preferences profile) και η προδιαγραφή UAProf (user agent profile). Παραδείγματα δικτύων είναι το OPES (open pluggable edge services), το CDI (content distribution internetworking), WEBI (web intermediaries). Επίσης το πρότυπο MPEG-7 εξετάζει σχήματα πολυμέσων (μεταδιδόμενα) και τις δυνατότητες σύμπτωσης του περιεχόμενου στα τελικά χαρακτηριστικά και τις προτιμήσεις των χρηστών (παρουσίαση, γλώσσα, κ.λπ.).

Το πλαίσιο αναφοράς αποτελείται από τις ακόλουθες κατηγορίες, και ακολουθεί το προφίλ που θα συγκεντρώνεται, χρησιμοποιείται, καταχωρείται και ρυθμίζεται από διαφορετικά συμβαλλόμενα μέρη και σε διαφορετικές θέσεις:

κατηγορίες χρήστη: προτιμήσεις , ιστορία, ενδιαφέροντα, ρόλος, προτεραιότητες.

Κινητικότητα και σχετική θέση: χαρακτηριστικά που ενσωματώνουν φυσικές συντεταγμένες, ταχύτητα, κατεύθυνση της μετακίνησης, περιβαλλοντικές συνθήκες (εσωτερικές, υπαίθρια, θερμοκρασία, υγρασία, κ.λπ.),

Δίκτυο και χαρακτηριστικά τερματικών, όπως το εύρος ζώνης, τις γραφικές ικανότητες, το μέγεθος οθόνης, κ.λπ.,

πληροφορίες όχι σχετικές με το χρήστη: περιέχουν τις σχετικές με το περιεχόμενο προτιμήσεις (όπως τη μορφή παρουσίασης, την κωδικοποίηση, κ.λ.π.), αλλά και επιχειρησιακοί κανόνες που ισχύουν.

πληροφορίες σχετικές με την υπηρεσία : τι παραδίδει η υπηρεσία, διατιμώντας τις πληροφορίες, απαιτήσεις που θέτει η υπηρεσία στο δίκτυο και το τερματικό, κλπ.

4.4.2 Προσαρμοστικότητα

Η προσαρμοστικότητα είναι ένας από τους βασικούς ερευνητικούς τομείς στο νομαδικό υπολογισμό. Η βασική αρχή της προσαρμοστικότητας είναι απλή. Όταν οι περιστάσεις αλλάζουν, η συμπεριφορά μιας εφαρμογής αλλάζει σύμφωνα με τις επιθυμίες ενός χρήστη ή ακριβέστερα σύμφωνα με τις αρχές που αποδίδονται σε αυτήν.

Ένα σημαντικό θέμα είναι πώς να μεταφράσει κανείς τις επιθυμίες των χρηστών, οι οποίες είναι σχεδόν πάντα ανακριβείς, ελλιπείς και μερικές φορές ακόμα και αντιφατικές, σε ένα σύνολο κανόνων αρκετά ακριβών για αυτόματη επεξεργασία με ικανοποιητική αξιοπιστία.

Η εκμάθηση των επιθυμιών και των επιθυμιών ενός χρήστη είναι ένα κρίσιμο μέρος της προσαρμοστικότητας. Η πλήρως αυτοματοποιημένη εκμάθηση μπορεί να είναι μια ουτοπία. Η έναρξη από ένα κενό σύνολο γνώσης θα έπαιρνε

πάρα πολύ χρόνο. Η πορεία εκμάθησης σίγουρα θα περιέχει πολλές δυσλειτουργίες που θα ανατρέπουν το χρήστη και θα τον ωθούν στο να απορρίψει τη συσκευή. Ένα άλλο κρίσιμο πρόβλημα είναι το μέγεθος και η υπολογιστική πολυπλοκότητα της βάσης γνώσεων. Πιθανότατα η γνώση πρέπει να χωριστεί έτσι ώστε κάθε υποσύνολο να είναι αρκετά μικρό. Ο χωρισμός, εντούτοις, δεν είναι πάντα ικανοποιητικός. Τα πρότυπα που παρουσιάζουν τα υποσύνολα της γνώσης πρέπει να συνδυαστούν με διαφορετικούς τρόπους για διαφορετικούς λόγους. Πρέπει να σημειωθεί ότι αυτό δεν είναι η μόνη εφαρμογή του διαχωρισμού στο νομαδικό υπολογισμό.

4.4.3 Ανοικτές διεπαφές

Τα παραδοσιακά περιβάλλοντα τηλεπικοινωνιών έχουν μερικούς περιορισμούς στους τομείς της φορητότητας υπηρεσιών και της γρήγορης επέκτασης υπηρεσιών. Διάφορες πρωτοβουλίες έχουν αρχίσει να υπερνικούν αυτούς τους περιορισμούς με σκοπό να καταστήσουν τα δίκτυα προσιτά για τους φορείς παροχής υπηρεσιών. Διάφορες λύσεις έχουν προταθεί για να επιτύχουν αυτόν τον στόχο, συμπεριλαμβανομένου του Parlay, OSA και του JAIN. Αυτές οι λύσεις είναι βασισμένες σε μια ανοικτή εφαρμογή προγραμματισμού διεπαφών (API).

4.4.4 Τεχνολογίες λογισμικού

Μια ανοικτή αρχιτεκτονική υπηρεσιών με ανοικτές διεπαφές απαιτεί πολύ περισσότερη ευελιξία των υποκρυπτόμενων τεχνολογιών λογισμικού.

Τεχνολογία πρακτόρων
Η τεχνολογία ευφυων πρακτόρων λογισμικού, είναι μια από τις σημαντικότερες αναδυόμενες τεχνολογίες των τελευταίων ετών.

Aspect-oriented programming(AOP)
Είναι μια νέα μεθοδολογία προγραμματισμού που επεκτείνει τη τμηματοποίηση του λογισμικού (που πραγματοποιείται σήμερα με τον αντικειμενοστραφή προγραμματισμό).

Γεγονοτοστραφης προγραμματισμός (Event based programming)
Ο γεγονόστραφης προγραμματισμός σημαίνει ότι οι ενέργειες που ένα πρόγραμμα εκτελεί προκαλούνται από κάτι που συμβαίνει, είτε στο πρόγραμμα, είτε εξωτερικά από το πρόγραμμα (π.χ. από το χρήστη). Αυτό καλείται «γεγονός».

XML
Η Extensible Markup Language (XML) είναι μια γλώσσα για έγγραφα που περιέχουν δομημένες πληροφορίες.

P2P
Είναι η διανομή πόρων και υπηρεσιών υπολογιστών με άμεση ανταλλαγή μεταξύ των συστημάτων. Αυτοί οι πόροι και υπηρεσίες περιλαμβάνουν την ανταλλαγή των πληροφοριών, κύκλων επεξεργασίας, και της αποθήκευσης αρχείων. Εκμεταλλεύεται την υπάρχουσα δύναμη υπολογισμού των υπολογιστών γραφείου και τη δικτύωση, χρησιμοποιώντας τη συλλογική δύναμή τους για να ωφελήσουν ολόκληρη την επιχείρηση.

4.5 Το περιβάλλον επικοινωνίας και τα ετερογενή δίκτυα

Οι υποδομές για τα κυψελοειδή συστήματα έχουν βασιστεί στις αρχιτεκτονικές μεταγωγής κυκλώματος. Κατά τη μετάβαση των συστημάτων κινητής επικοινωνίας από τη 2G στη 3G χρησιμοποιήθηκαν οι αρχιτεκτονικές μεταγωγής πακέτων βασισμένες στις τεχνολογίες IP. Συγχρόνως, άλλες ασύρματες τεχνολογίες όπως το ασύρματο τοπικό LAN (WLAN), το ασύρματο PAN (WPAN), DVB, και DAB προκύπτουν ως άλλα μέσα ασύρματης πρόσβασης στο Διαδίκτυο.

4.5.1 Συνεχής ασύρματη δικτύωση

Συγκρινόμενη με τις τεχνολογίες πρόσβασης, η έννοια του Ασύρματου Κόσμου είναι συμπληρωματική. Χρησιμοποιώντας τεχνολογίες δικτύωσης IP για να ενσωματώσει υβριδικά συστήματα (παρόντα και μελλοντικά) , δημιουργεί ένα αληθινά συνεχόμενο κινητό Διαδίκτυο πέρα από την απλή ασύρματη πρόσβαση. Κατά συνέπεια, Ασύρματος Κόσμος σημαίνει όχι μόνο τις γενιές μετά από τη 3G, σημαίνει 3G με επέκταση πέρα από το πεδίο ενός μονολιθικού επικοινωνιακού συστήματος.
Το IPv6 προσφέρει ουσιαστικά απεριόριστο αριθμό διευθύνσεων. Επίσης προσφέρει υγιέστερη τεχνική υποδομή για την εξέλιξη της δικτύωσης όσον αφορά την ασφάλεια, την κινητικότητα, QoS, κ.λπ. Χρησιμεύει επομένως ως η βάση της δικτύωσης, επιτρέποντας στα δίκτυα νέας τεχνολογίας να εκμεταλλευτούν τα υπάρχοντα συστήματα, παρά να τα εγκαταλείψουν. Το όραμα ενός δικτύου του Ασύρματου Κόσμου αποτελείται από 3 πτυχές:

- ενσωματωμένη υποστήριξη δικτύωσης,
- ολοκληρωμένη ράδιο διαχείριση πόρων/φάσματος, και
- βελτιωμένες εφαρμογές.

Ο στόχος της δικτύωσης στον Ασύρματο Κόσμο είναι να ενισχυθούν σημαντικά οι τεχνολογίες δικτύωσης IPv6. Αυτό θα επιτρέπει στους κινητούς χρήστες να διενεργούν συνεχόμενες ασφαλείς πολυμεσικες επικοινωνίες μεταξύ συστημάτων πρόσβασης των ίδιων ή διαφορετικών ειδών, ανάμεσα σε διοικητικές δικτυακές γειτονιές (προσώπων, σπιτιών, αυτοκινήτων και εργασίας).

Κυψελοειδείς δικτυακές αρχιτεκτονικές
Μια επιθυμητή εξέλιξη είναι ότι τα ράδιο δίκτυα πρόσβασης ή οι σταθμοί βάσεως μπορούν να συνδεθούν άμεσα με την υποδομή IPv6, χωρίς οποιεσδήποτε παραδοσιακές υποδομές. Αυτό επιτρέπει στο μέλλον , η εξέλιξη των ασυρμάτων δικτύων να επικεντρωθεί στην κινητικότητα της σύνδεσης, τη QoS και τη ράδιο διαχείριση των πόρων, αφήνοντας την διαχείριση δικτύου, σε άλλους φορείς.

Διοικητικές περιοχές (domains)
Οι διοικητικές περιοχές χρησιμεύουν ως βάση για τη διοίκηση-διαχείριση των δικτύων. Μια διοικητική περιοχή μπορεί να κατέχεται από ένα οργανισμό που μπορεί να είναι χειριστής, παροχέας υπηρεσιών διαδικτύου, προμηθευτής περιεχομένου, επιχείρηση, πανεπιστήμιο, κ.λπ.
Μια διοικητική περιοχή αποτελείται από μια υποδομή IPv6 και μπορεί να ενσωματώνει διάφορα συστήματα πρόσβασης συνδεμένα είτε μέσω καλωδίου είτε και ασύρματα (Ethernet, 802.11, W-Cdma, HiperLAN, κ.λπ. Ένας κινητός

χρήστης έχει πρόσβαση μόνο σε μια διοικητική περιοχή, και χρεώνεται για, τις υπηρεσίες που το προφίλ του επιτρέπει. Όποτε ένας χρήστης κινείται σε μια ξένη διοικητική περιοχή, ανταλασεται σηματοδοσία μεταξύ της επισκεπτόμενης περιοχής και της περιοχής προέλευσης για να επιτρέψει στην επισκεπτόμενη περιοχή να εξυπηρετήσει το χρήστη.

Κινητικότητα IP

Η υποστήριξη κινητικότητας IP ενδιαφέρεται πρώτιστα για την μεταβίβαση (παράδοση) ενός κινητού κόμβου μεταξύ δυο υποδικτύων IP . Η κινητικότητα IP θα πρέπει να παρέχει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- Χαμηλή καθυστέρηση παράδοσης
- Χαμηλή απώλεια πακέτων παράδοσης
- Αποδοτική σηματοδότηση
- Εξελικτική υποστήριξη

Η συνεχής μεταβίβαση αναφέρεται συχνά στη παράδοση με χαμηλή καθυστέρηση και χαμηλή απώλεια πακέτων. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με :

- Πρόωρη διαμόρφωση διευθύνσεων:

Όταν ένας κινητός κόμβος εισέρχεται σε ένα νέο IP υποδικτυο πρέπει να λάβει μια τοπολογικά σωστή διεύθυνση IP

- Μειωμένη διαδρομή σήματος
- Μειωμένη απώλεια πακέτων

Όταν ένας κινητός κόμβος αλλάζει το IP υποδικτυο του, τα πακέτα που διαβιβάζονται στο παλαιό υποδικτυο χάνονται. Τεχνικές όπως, η μικρής ομάδας πολλαπλής διανομής ενιαία δρομολόγηση μπορούν να χρησιμοποιηθούν ώστε να μειώσουν την απώλεια πακέτων.

Ποιότητα Υπηρεσίας (QoS)

Η ποιότητα υπηρεσίας βασίζεται συνήθως στο intserv, diffserv, ή μια υβριδική αρχιτεκτονική και των δύο. Σε μια αρχιτεκτονική QoS, μπορεί να θεσπιστεί ένα πλαίσιο στο οποίο ένας QoS Manager χρησιμεύει ως ένα Σημείο Διαμόρφωσης Πολιτικής (Policy Decision Point -PDP) που συντονίζει την κατανομή των πόρων μέσα σε μια περιοχή QoS, και οι δρομολογητές πρόσβασης χρησιμεύουν ως Σημεία Εφαρμογής πολιτικής (Policy Enforcement Points - PEPs). Αιτήματα QoS που διαβιβάζονται μέσω του δικτύου (π.χ. χρησιμοποιώντας RSVP) λαμβάνονται από τα PEP που επικοινωνούν έπειτα με το PDP (π.χ., χρησιμοποιώντας COPS) για να καθορίσουν πώς υλοποιήσουν αυτά τα αιτήματα

Η αρχιτεκτονική QoS του Διαδικτύου είναι ανεξάρτητη από οποιοδήποτε συγκεκριμένο σύστημα πρόσβασης. Κατά συνέπεια, η κατάλληλη χαρτογράφηση QoS μεταξύ IP και των παραμέτρων QoS των διαφόρων συστημάτων είναι πολύ σημαντικές.

Διαχείριση δικτύων

Προκειμένου να επιτραπεί η αποδοτική και αξιόπιστη επέκταση του συστήματος, οι δρομολογητές πρόσβασης και τα σημεία πρόσβασης (ή οι σταθμοί βάσεως) πρέπει να είναι ικανοί να αυτοδιαμορφώνονται και να αυτοθεραπεύνται. Όταν ένας νέος δρομολογητής πρόσβασης προστίθεται σε ένα υπάρχον δίκτυο, πρέπει να λειτουργεί χωρίς χειρωνακτική διαμόρφωση, ενδεχομένως με τη βοήθεια κάποιου κεντρικού υπολογιστή. Όταν ένα στοιχείο

της υποδομής αποτυγχάνει, άλλα στοιχεία πρέπει να πραγματοποιούν τη λειτουργία του αποτυχημένου στοιχείου.
Τα Ασύρματα συστήματα πρέπει επίσης να προσαρμοστούν στη μετάβαση του Διαδικτύου από IPv4 σε IPv6. Ενώ ο Ασύρματος Κόσμος βασίζεται σε IPv6, ο πλούτος του περιεχομένου και των υπηρεσιών του βασισμένου σε IPv4 Διαδικτύου πρέπει να είναι διαθέσιμος στους χρήστες του Ασύρματου Κόσμου.

4.5.2 Απαραίτητες τεχνολογίες

Οι ερευνητές έχουν παρατηρήσει ότι η λέξη 3G έχει χρησιμοποιηθεί και τώρα είναι πλέον καιρός να μιλάμε για 4G ή ακόμα και 5G.
Για να αντιληφθεί κάποιος το μέλλον που έρχεται είναι χρήσιμο να κοιτάξει το παρελθόν. Είναι φανερό ότι κάθε μια από τις ασύρματες γενιές Wide Area Network (WAN) έχει διαρκέσει μια δεκαετία για να ωριμάσει. Ο νόμος του Moore λέει ότι η δύναμη επεξεργασίας διπλασιάζεται κάθε 18 μήνες. Αυτό δίνει σαν αποτέλεσμα ότι κάθε 10 έτη, περίπου, τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα θα να είναι 100 πιο προηγμένα απ' ότι στην προηγούμενη φάση. Αυτό δεν σημαίνει ότι και το εύρος ζώνης θα αυξάνεται τόσο πολύ αλλά τα άλλα χαρακτηριστικά γνωρίσματα βελτιώνονται. Εάν το μεγαλύτερο μέρος της νέας δύναμης επεξεργασίας αφιερωθεί για την *αύξηση του εύρους ζώνης, τότε η ταχύτητα μετάδοσης στον Ασύρματο Κόσμο (Wireless World) πρέπει να φθάσει σε 100 MBIT/S, και συγχρόνως η τιμή ανά bit να μειωθεί 1:1000*. Εντούτοις, το εύρος ζώνης από μόνο του δεν είναι η κατευθυντήρια δύναμη προς τον Ασύρματο Κόσμο, αλλά οι νέες αλληλεπιδράσεις και οι υπηρεσίες χρηστών.

4.6 Ραδιόφωνο διαμορφούμενο μέσω λογισμικού[13] (Software Defined Radio – SDR)

Οι κινητοί χρήστες θα ωφεληθούν από τη σύγκλιση των τεχνολογιών επικοινωνιών της επόμενης δεκαετία μόνο εάν είναι εξοπλισμένοι με ένα ενιαίο επαναδιαμορφούμενο, πολλαπλής ζώνης, τερματικό. Αυτά τα τερματικά πρέπει να είναι ικανά να λειτουργούν σε αρκετά και διαφορετικά περιβάλλοντα πρόσβασης και να υποστηρίζουν ολόκληρη τη σειρά των διαθέσιμων εφαρμογών.

Η έρευνα για το SDR έχει ήδη αρχίσει για στρατιωτικές και πολιτικές εφαρμογές. Το 1996, μια μη κερδοσκοπική οργάνωση αποκαλούμενη SDR Forum (πρώην, MMITS Forum: Modular Multifunction Information Transfer System) ιδρύθηκε για να αναπτύξει τις τεχνικές προδιαγραφές και τις απαιτήσεις κινητών προτύπων. Σε αυτό συμμετέχουν αντιπρόσωποι από το χώρο της άμυνας, τον εμπορικό ασύρματο επιχειρηματικό κόσμο, τις κυβερνήσεις, τους φορείς παροχής υπηρεσιών, τους χειριστές δικτύων, τους κατασκευαστές εξοπλισμού, τις ρυθμιστικές αρχές, τον ακαδημαϊκό κόσμο και τις ερευνητικές οργανώσεις.
Επίσης η ΕΕ έχει ξεκινήσει έρευνα στην περιοχή του SDR. Μερικά από τα προγράμματα είναι τα 4ης γενεάς ACTS και ESPRIT (FIRST :Flexible Integrated Radio Systems Technology, SORT: Software Radio Technology,

[13] M. Beach, D. Bourse, K. Cook, M. Dillinger, "Re-Configurable Terminals Beyond 3G", Presentation in WG 3, Helsinki, Finland, 10-11 May 2001.

και SLATS: Software Libraries for Advanced Terminal Solutions). Το τρέχον κύμα των ερευνητικών προγραμμάτων περιλαμβάνει τα TRUST (Transparently Re-configurable Ubiquitous Terminal), CAST (Configurable Radio with Advanced Software Technology), MOBIVAS (downloadable Mobile Value Added Services through software radio & switching integrated platforms) κλπ.

4.7 Φάσμα, Νέες Ασύρματες Διεπαφές και κατά περίπτωση δικτύωση (ad-hoc)

Η ασύρματη τεχνολογία διαδραματίζει έναν ζωτικής σημασίας ρόλο στην παροχή της «συνεχούς συνδετικότητας» μεταξύ των κόμβων (τελικός χρήστης) και των ποικίλων υπηρεσιών.

		Πομπός		
		Άνθρωπος	**Μηχανή**	
Δέκτης	**Άνθρωπος**	Επικοινωνίες φωνής (VoIP) Βιντεοτηλεφωνο Αλληλεπιδραστικά παιχνίδια Chat Μηνύματα οπτικά /ηχητικά Μηνύματα κειμένου	Αναμετάδοση κινούμενης εικόνας Επιτήρηση Πλοήγηση ανθρώπων Περιήγηση στο διαδίκτυο Πληροφορίες Λήψη μουσικής	**Πραγματικός χρόνος** /\\ | | | | | | V
	Μηχανή	Μεμακρυσμενος έλεγχος Καταγραφή σε συσκευές αποθήκευσης ήχου και εικόνας	Υπηρεσίες πληροφόρησης ανάλογα με τη τοποθεσία Συστήματα διανομής Μεταφορά δεδομένων Συντήρηση καταναλωτικών ηλεκτρονικών συσκευών	**Επιτρέπεται καθυστέρηση**

Εικόνα 18:Εφαρμογές και χρήστες των μελλοντικών κινητών και ασύρματων υπηρεσιών

Η πλειοψηφία των σημερινών ανταλλασσόμενων πληροφοριών μεταξύ ανθρώπων είναι πληροφορίες φωνής. ***Παρατηρείται όμως μια μετατόπιση στις υπηρεσίες δεδομένων***. Ο όγκος των πληροφοριών που ανταλλάσσεται για επικοινωνία μηχανή με μηχανή και ανθρώπου με μηχανή είναι μικρός , μια σύντομη κλήση με χαμηλό ρυθμό μετάδοσης είναι συνήθως ικανοποιητική. Για την επικοινωνία ανθρώπου με άνθρωπο και μηχανή με άνθρωπο η κατάσταση είναι αντίθετη.
Επιπλέον, η ύπαρξη του Νόμου του Moore για το εύρος ζώνης είναι όλο και περισσότερο αντιληπτή. Οι τελικοί χρήστες τείνουν να αγκαλιάσουν τις υπηρεσίες και τις εφαρμογές που χρησιμοποιούν μεγαλύτερους ρυθμούς μετάδοσης. Το εύρος ζώνης υπηρεσιών (που προσφέρεται/που απαιτείται) διπλασιάζεται κάθε 12 μήνες περίπου. Η σταθερή αύξηση των χρηστών εισάγει περαιτέρω θετική ανατροφοδότηση στο σύστημα, εκτοξεύοντας την απαίτηση για Εύρος ζώνης στα ύψη. Με βάση τη δεδομένη συμφόρηση του φάσματος, είναι φανερό ότι απαιτούνται:

Βελτιωμένο bits/Hz/sec/km2 : Αυτό μπορεί να επιτευχθεί μέσω της βελτιωμένης διαμόρφωσης σήματος δηλ. της κωδικοποίησης καναλιών. Το θεωρητικό όριο της χωρητικότητας των καναλιών (Όριο Shannon) μπορεί να προσεγγιστεί στα κανάλια μιας εισόδου - μιας εξόδου (Single Input -Single Output- SISO) μέσω της χρήσης των υπαρχόντων μηχανισμών κωδικοποίησης καναλιών. Η απόδοση των συστημάτων στα κανάλια πολλαπλής εισόδου–

πολλαπλής εξόδου (MIMO), κοινή πρακτική στις ασύρματες επικοινωνίες, μπορεί να βελτιωθεί πολύ μέσω της κωδικοποίησης Space Time, της ανίχνευσης πολλών χρηστών και των έξυπνων κεραιών. Επίσης χρειάζεται η ανάπτυξη αποδοτικότερων αλγόριθμων συμπίεσης για τις υπηρεσίες πολυμέσων.

Βελτιωμένες τεχνικές πολλαπλής πρόσβασης: Η δυνατότητα να φιλοξενηθούν διάφοροι χρήστες, που έχουν πρόσβαση σε μια δεδομένη υπηρεσία, ταυτόχρονα σε ένα κανάλι επικοινωνίας, μπορεί να βελτιώσει τη χρήση του φάσματος.

4.7.1 Ζητήματα φάσματος

Χαρακτηριστικά Ασύμμετρης κυκλοφορίας συνδέσεων ανόδου και καθόδου

Όσο ψηλότερος είναι ο ρυθμός μετάδοσης μιας υπηρεσίας τόσο μεγαλύτερη είναι η αναμενόμενη ασυμμετρία της χρήσης των συνδέσεων εκπομπής και λήψης. Αυτό κάνει τη λήψη ένα πιθανό σημείο καθυστέρησης στα συστήματα IMT 2000.

Για την αντιμετώπιση αυτού του προβλήματος, έχει προταθεί να συνδυαστούν οι κυψελοειδείς ράδιοεπικοινωνίες και οι ψηφιακές υπηρεσίες ράδιοφωνικής μετάδοσης σε ένα ενιαίο σύστημα που θα χρησιμοποιεί την υψηλή ικανότητα λήψης (κάθοδος) των συστημάτων ράδιοφωνικής μετάδοσης ως τμήμα των συνόδων επικοινωνίας που αρχίζουν μέσω του κυψελοειδούς ασύρματης επικοινωνίας. Η κατιούσα σύνδεση στη ζώνη ράδιοφωνικής μετάδοσης θα μπορούσε να παρασχεθεί και από τους σταθμούς βάσεως ενός παροχεα κυψελωτής επικοινωνίας, αντί μόνο από τους παροχείς τηλεοπτικών υπηρεσιών, επιτρέποντας ένα πολύ μεγαλύτερο κέρδος μέσω της επαναχρησιμοποίησης του φάσματος.

Ράδιο LAN (RLAN) για ράδιοφωνική μετάδοση και ασύμμετρη υποστήριξη κυκλοφορίας

Τα RLANs έχουν προταθεί για να συμπληρώσουν την ικανότητα υπηρεσιών των 3G συστημάτων (πρόγραμμα IST/BRAIN).

Η τεχνολογία RLAN μπορεί να βασιστεί στο ETSI/BRAN HiperLAN/2 (H/2) ή στο IEEE 802.11. Συστήματα που θα συνδυάζουν το UMTS (3G) και τα RLAN, αναμένεται να γίνουν λειτουργικά στην Ευρώπη το 2004-2005.

Διεπαφές ασύρματης επικοινωνίας (Air interfaces)

Η εμπειρία από το παρελθόν έχει δείξει ότι η ιδέα ενός καθολικού συστήματος ικανού να καλύψει όλες τις ανάγκες σε έναν δεδομένο τομέα εφαρμογής δεν μπορεί να πραγματοποιηθεί. Αντ' αυτού, θα απαιτηθεί ένα πλήθος διεπαφών στο μέλλον για να καλύψει τις αρκετά διαφορετικές ανάγκες των κινητών και ασύρματων χρηστών.
Τα πολλαπλής χρήσης τερματικά θα να είναι σε θέση να «γαντζωθούν» σε οτιδήποτε ασύρματη διεπαφή είναι κατάλληλη σε ένα δεδομένο περιβάλλον.

Τα χαρακτηριστικά της παροχής υπηρεσιών και η κατηγορία υπηρεσίας θα είναι τα κύρια κριτήρια απόφασης για τη χρήση μιας από τις πολλές διαθέσιμες διεπαφές:
διαθεσιμότητα υπό όρους μετακίνησης του τερματικού, π.χ., ράδιο κάλυψη
επικαιρότητα της υπηρεσίας που εκτελείται, π.χ. στιγμιαία όταν απαιτείται, μέσα σε ένα δεδομένο χρονικό παράθυρο
κόστος της υπηρεσίας ανά χρονική μονάδα
ποιότητα της υπηρεσίας, π.χ., καθυστέρηση και jitter
διαχείριση υπηρεσιών, δηλ. ευκολία των υπηρεσιών χρήσης

Το ιδανικό κινητό τελικό και σχετικό ιδανικό δίκτυο [14]

Εικόνα 19:Τερματικό ενός ράδιο δικτύου με πολλαπλές διεπαφές

Χαρακτηριστικά σχετικά με το φάσμα
Αυτή τη στιγμή, οι στρατηγικές για την παρεμβολή μεταξύ διαφορετικών ράδιο συστημάτων, υποθέτουν μια σταθερή κατανομή των ζωνών συχνότητας στους χειριστές ή/και τις υπηρεσίες, με ικανοποιητική ζώνη διαχωρισμού (Minimum Frequency Separation[15]) μεταξύ των γειτονικών φασμάτων και ενός συνόλου κανόνων για τη χρήση φάσματος (Frequency Sharing Rules). Αντί αυτής της στρατηγικής χρειάζεται να μελετηθεί η δυναμική κατανομή του φάσματος στις ράδιο υπηρεσίες.

4.7.2 Σειρές κεραιών

Οι έξυπνες κεραίες είναι απαραίτητες για την αύξηση της φασματικής αποδοτικότητας των ασυρμάτων συστημάτων επικοινωνιών. Μπορούν να υλοποιηθούν από μια σειρά κεραιών στο σταθμό βάσης και περίπλοκη επεξεργασία σήματος βασικής ζώνης . Με αυτόν τον τρόπο, επιτυγχάνεται προσαρμοστική κατευθυντική λήψη στην άνοδο και προσαρμοστική κατευθυντική μετάδοση στη κάθοδο. Συγχρόνως, γίνεται αντιληπτή μικρότερη παρέμβαση από τις άλλες κατευθύνσεις εκπομπής (uplink) ή λήψης (downlink). Επομένως, περισσότεροι χρήστες μπορούν να φιλοξενηθούν από το σύστημα και επιτυγχάνεται αύξηση της φασματικής αποδοτικότητας.
Εξαιτίας του γεγονότος ότι η ανιούσα και η κατιούσα σύνδεση λειτουργούν στην ίδια συχνότητα στα διπλά συστήματα TDD (Time Division Duplexing) , οι παράμετροι καναλιών (π.χ. μήτρες χωρικής συνδιακύμανσης) υπολογισμένες για την ανιούσα σύνδεση μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για να υπολογιστούν οι παράμετροι για τις κατιουσες συνδέσεις.
Αυτό είναι δυσκολότερο στα συστήματα FDD (Frequency Division Duplex), δεδομένου ότι ανιούσα και η κατιούσα σύνδεση λειτουργούν σε διαφορετικές συχνότητες και κάποιος μετασχηματισμός συχνότητας ή ανατροφοδότηση από το κινητό είναι απαραίτητη. Εάν δεν είναι διαθέσιμη καμία γνώση καναλιών στη συσκευή εκπομπής, μπορούν να χρησιμοποιηθούν τεχνικές χρονικής κωδικοποίησης (space time coding) για να αυξήσουν το κέρδος (diversity gain).

---

[14] Τα δύο κουμπιά που παρουσιάζονται στο τερματικό χρησιμεύουν μόνο να καταστήσουν ορατές τις εσωτερικά περιλαμβανόμενες λειτουργίες

[15] P. Seidenberg, M. Lott: Analysis of the inter-system-interference with respect to the required minimum frequency separation. 4th Cost259 Meeting, TD (98) 37, COST 259, Bern, Switzerland, 1998

Εάν οι σειρές κεραιών χρησιμοποιούνται όχι μόνο στο σταθμό βάσεως αλλά και στο κινητό, μπορεί να επιτευχθούν ακόμα υψηλότερες φασματικές αποδοτικότητες καθώς επίσης να δημιουργηθούν συστήματα πολλαπλής εισόδου-πολλαπλής εξόδου (MIMO). Η επιτεύξιμη φασματική αποδοτικότητα, εντούτοις, εξαρτάται από το περιβάλλον διάδοσης και παρεμβολής.
Η ολοκλήρωση της χωροχρονικής επεξεργασίας σήματος με ποικίλες υπάρχουσες και μελλοντικές διεπαφές ασύρματης σύνδεσης, είναι ένα θέμα που αξίζει μεγάλη προσοχή. Η δυνατότητα των χρησιμοποιουμένων τεχνικών να εργαστούν σε ποικίλα περιβάλλοντα διάδοσης, πρότυπα κυκλοφορίας, θέσεις σταθμών χρηστών και βάσεων, αριθμό χρησιμοποιημένων κεραιών σε κάθε πλευρά της σύνδεσης, εκπληρώνοντας τους στόχους QoS , θα είναι βασική παράμετρος στην επιτυχή εφαρμογή τους.

4.7.3 Νέες ασύρματες διεπαφες

Τα 1ης και 2ης γενιάς κινητά συστήματα, σχεδιάστηκαν αρχικά κυρίως για επικοινωνίες μεταγωγής κυκλώματος (όπως η φωνή), τα 3ης γενιάς συστήματα προσπάθησαν να χειριστούν με την ίδια προσοχή τόσο τη μεταγωγή κυκλώματος (ΜΚ) όσο και τη μεταγωγή πακέτων (ΜΠ).
Οι υπηρεσίες μεταγωγής κυκλώματος είναι γενικά περισσότερο ανεκτικές στη καθυστέρηση, αλλά απαιτούν καλύτερα ποσοστά σφάλματος από τις αντίστοιχες μεταγωγής κυκλώματος. Εκτός από τη δυνατότητα να αντιμετωπισθούν αποτελεσματικά και τις υπηρεσίες ΜΚ και αυτές της ΜΠ, ένας άλλος σημαντικός στόχος των 3G συστημάτων των συστημάτων ήταν η παροχή αποδοτικής υποστήριξης για τις εφαρμογές που απαιτούν ταυτόχρονη μετάδοση διαφορετικών ροών δυαδικών ψηφίων με ενδεχομένως διαφορετικό QoS. Αυτό όπως είναι φυσικό απαιτεί πολύ ευέλικτες λύσεις ασυρμάτων διεπαφων και δικτύων.
Αν και τα 3G συστήματα αντιπροσωπεύουν σαφή βελτίωση έναντι των 2G συστημάτων από άποψη φασματικής αποδοτικότητας, μέγιστου ρυθμού δεδομένων, QoS κ.λπ., υπάρχουν εργασίες ήδη σε εξέλιξη για να αναπτύξουν τα συστήματα περαιτέρω. Ιδιαίτερη προσοχή δίνεται στη βελτίωση της κατιουσας πρόσβασης καθώς εκεί αναμένεται να είναι η μεγαλύτερη ένταση μετάδοσης δεδομένων (π.χ διαδίκτυο).

Τα δύο πιο προεξέχοντα συστήματα 3G, το WCDMA όπως προσδιορίζεται από το 3GPP και το cdma2000, όπως προσδιορίζεται από το 3GPP2, βασίζονται σε πρότυπα πρόσβασης DS-CDMA (Direct Sequence -Code Division Multiple Acces).
Κατά συνέπεια είναι αρκετά φυσικό ότι υιοθετούν πολύ παρόμοιες λύσεις. Τα χαρακτηριστικά που συμβάλλουν στη γενική καλή λειτουργία τους περιλαμβάνουν:

- Αποδοτική κωδικοποίηση καναλιών,
- ταίριασμα ρυθμού μετάδοσης
- πολυπλεξία καναλιών.
- Σχηματισμός δέσμης (Beamforming)
- Τεχνικές προσαρμογής συνδέσεων
- Κοινά κανάλια για επικοινωνία μεταγωγής πακέτων (μόνο σε WCDMA)

Επίσης κυρίως λόγω των κληρονομημένων ιδιοτήτων CDMA, τα 3G συστήματα μπορούν να χρησιμοποιήσουν διαφορετικές τεχνικές διαφορισμού (diversity):

- Πολλαπλών διαδρόμων διαφορισμός
- Μάκρο διαφορισμός (soft handover)
- Χρονικός διαφορισμός (ARQ)
- Διαφορισμός Rx (κυρίως ανόδου)
- Site Selection Diversity Transmit power control (SSDT, μόνο σε WCDMA)
- Ανοικτός και κλειστός διαφορισμός εκπομπής (Tx)

Οι διεπαφες 3G έχουν ενσωματωμένη υποστήριξη τόσο για σταθερό όσο και για μεταβαλλόμενο έλεγχο ακτίνας εκπομπής. π.χ. Στο WCDMA το δίκτυο λέει στο κινητό τερματικό, ποιο σήμα (αρχικό κοινό οδηγό, δευτεροβάθμιο κοινό οδηγό ή αφιερωμένο οδηγό) μπορεί να χρησιμοποιηθεί για εκτίμηση καναλιού στην κατιούσα σύνδεση.
Υπάρχουν δύο βασικές τεχνικές προσαρμογής συνδέσεων στα 3G συστήματα:

- Έλεγχος ισχύος εκπομπής (TPC)
- ARQ

Το TPC περιλαμβάνει ανοικτό και κλειστό βρόγχο με ένα προφανή στόχος, να ελαχιστοποιήσει την ισχύ Tx κρατώντας το λαμβανόμενο επίπεδο σημάτων σύμφωνα με την επιθυμητή ποιότητα. Μια άλλη τεχνική προσαρμογής συνδέσεων που περιλαμβάνεται στα παρόντα 3G συστήματα είναι το “Type I ARQ” που λειτουργεί μεταξύ των οντοτήτων στρώματος συνδέσεων πρωτοκόλλου. Λανθασμένα λαμβανόμενα πακέτα απορρίπτονται στο δέκτη και αναμεταδίδονται από τη συσκευή αποστολής. Αυτό παρέχει αυτόματη προσαρμογή στις τοπικές συνθήκες καναλιών καθώς μόνο τα «κακά» πακέτα πρέπει να διαβιβαστούν πάλι.
Τέλος, το σύστημα WCDMA υιοθετεί την αποκαλούμενη έννοια διαμοιραζόμενου καναλιού τόσο στην εκπομπή όσο και στη λήψη (μονό στο TDD). Η βασική ιδέα είναι να προγραμματίσει τη χρήση ενός ενιαίου φυσικού καναλιού από διαφορετικούς χρήστες πακέτων ταυτόχρονα. Αυτό οδηγεί σε αποδοτική χρησιμοποίηση της καναλοποιησης και επίσης βελτιωμένης ρυθμοαπόδοσης για υπηρεσίες μεταγωγής πακέτων.

Έρευνα για τη μελλοντική ασύρματη συσκευή

Όταν αρχικά εμφανίστηκε η 3G στις αρχές της δεκαετίας του '90 δεν ήταν πολύ σαφές ποια σημαντικά χαρακτηριστικά θα είχε. Η μόνη αυτονόητη απαίτηση ήταν ότι πρέπει να προσφέρει πολύ υψηλότερη ικανότητα κυκλοφορίας από τη 2G.Κοιταζοντας προς τα πίσω, είναι φανερό ότι το βήμα από 2G σε 3G ήταν μεγαλύτερο από το βήμα από 1G σε 2G.
Καθώς η παρούσα εξέλιξη φαίνεται να πηγαίνει προς τα 10 Mbps/100 Mbps κάθε επόμενη ασύρματη διεπαφη πρέπει να είναι σαφώς καλύτερη προκειμένου να δικαιολογεί την τεχνική και εμπορική δυνατότητα πραγματοποίησής του. Στην επόμενη εικόνα φαίνεται η κινητικότητα σε σχέση με το ρυθμό μετάδοσης. Δεν φαίνεται καθόλου παράλογο επομένως να τεθεί σαν όριο (αρκετά υψηλό πρέπει να αναφερθεί) τα 100Mbps/1Gbps για κάλυψη ευρείας περιοχής - πλήρη κινητικότητα και τοπικής κάλυψης περιοχή- χαμηλή κινητικότητα, αντίστοιχα. Είναι πιθανό ότι καμία εφαρμογή δεν μπορεί να χρειαστεί τόσο υψηλή ροή δεδομένων συνεχώς, αλλά το σύστημα μπορεί να τη χρησιμοποιήσει κάποια στιγμή για να :

- Εξυπηρετήσει πολλούς απαιτητικούς χρήστες ταυτόχρονα

- Μεγιστοποιήσει τη ρυθμοαπόδοση/χωρητικότητα
- Ελαχιστοποιήσει τις καθυστερήσεις

Ήδη στις ράδιο διεπαφές 2G/3G είναι δυνατό να εκτελεστεί ασύρματη κατανομή στο κώδικα, τη συχνότητα και το χρόνο.
Με την εμφάνιση της κωδικοποίησης Turbo η απόδοση των λύσεων διόρθωσης σφάλματος οδηγεί την απόδοση των καναλιών πολύ κοντά στα όρια ικανότητας καναλιών (όριο Shannon). Κατά συνέπεια, δεν αναμένονται μεγάλες βελτιώσεις στις συνδέσεις ενός καναλιού. Εντούτοις, ο συνδυασμός της κωδικοποίησης καναλιών με τη διαφορικότητα των πολυδιάστατων τεχνικών προσαρμογής θα μπορούσε να παραγάγει μεγαλύτερα κέρδη.

4.7.4 Τα κατά περίπτωση (ad hoc) δίκτυα

Τα κινητά ειδικά δίκτυα διαμορφώνονται από ασύρματες συσκευές οι οποίες επικοινωνούν χωρίς απαραιτήτως να χρησιμοποιούν μια προϋπάρχουσα υποδομή δικτύων. Τα ad hoc δίκτυα είναι αυτό-διαμορφούμενα, δηλ. δεν υπάρχει κεντρικό σύστημα διαχείρισης με ευθύνες διαμόρφωσης. Μερικοί, εάν όχι όλοι, οι κόμβοι σε ένα ειδικό δίκτυο είναι σε θέση να παρέχουν λειτουργία δρομολογητών όταν απαιτείται. Αυτό επιτρέπει στα τερματικά να επικοινωνούν το ένα με το άλλο όταν είναι έξω από τη ράδιοκαλυψη, υπό τον όρο ότι υπάρχουν ενδιάμεσοι κόμβοι που ενεργούν ως δρομολογητές αναμεταδίδοντας τα πακέτα από την πηγή στο προορισμό. Η δομή του δικτύου μπορεί να αλλάζει συνεχώς λόγω της μετακίνησης των κόμβων. Τα ειδικά δίκτυα μπορούν να αντιμετωπισθούν ως αυτόνομες ομάδες κινητών τερματικών, αλλά μπορούν επίσης να συνδεθούν με μια προϋπάρχουσα υποδομή δικτύων και να τη χρησιμοποιήσουν για να συνδεθούν με κόμβους που δεν είναι μέρος του ειδικού δικτύου.
Στο εγγύς μέλλον θα χρησιμοποιείται ένας μεγάλος αριθμός ασύρματων συσκευών. Λειτουργίες των ad hoc δικτύων όπως η αυτόματη διαμόρφωση και η ανεξαρτησία από τις υπάρχουσες υποδομές είναι βασικά ζητήματα. Παραδείγματα ad hoc δικτύων είναι τα Personal Area Networks (PANs), τα Body Area Networks (BANs), οικιακά δίκτυα, δίκτυα αισθητήρων και ενεργοποιητών (π.χ. στο σπίτι, αυτοκίνητα, περιβαλλοντική νοημοσύνη), ή δίκτυα από όχημα σε όχημα. Σημαντικές επίσης είναι οι ικανότητες επικοινωνίας πολλαπλών αλμάτων που μπορεί να επεκτείνει την κάλυψη των υπαρχουσών ασύρματων τεχνολογιών πρόσβασης. Επίσης η ικανότητα για ανακάλυψη γειτονικών κόμβων προσφέρει στη διαλειτουργικότητα μεταξύ των διαφορετικών ασύρματων τεχνολογιών.
Τελικά, η διαχείριση δικτύων η δρομολόγηση δεδομένων θα διευκολυνθούν ουσιαστικά εάν η υπάρχουσα ασύρματη διεπαφή είναι σε θέση να μεταδίδει πληροφορίες θέσης – εκτός από τη διαβίβαση των στοιχείων.

4.8 Απαιτούμενοι Ερευνητικοί Στόχοι

Ο Ασύρματος Κόσμος που θα έρθει, απαιτεί τη κατανόηση της ανθρώπινης συμπεριφοράς και των αναγκών, πέρα από τα τεχνολογικά ευρήματα.

4.8.1 Κατανόηση του χρήστη

Μοντελοποίηση της δομής και λειτουργίας του Ανθρώπινου χρήστη

Μια έρευνα προς αυτή τη κατεύθυνση θα είχε ως σκοπό την οικοδόμηση και επικύρωση προτύπων της ανθρώπινης συμπεριφοράς με σκοπό την πρόβλεψη της αποδοχής ή απόρριψης από μέρους των χρηστών, των νέων υπηρεσιών επικοινωνίας. Μια τέτοια έρευνα είναι απαραίτητη, εάν σκεφτούμε ότι υπάρχουν σχεδόν 10 δις. ανθρώπινα όντα στον κόσμο, οι περισσότεροι από τους οποίους θα είναι οι χρήστες του μελλοντικού Ασύρματου κόσμου. Η παρούσα κατάσταση μέσα στο παγκόσμιο ασύρματο επιχειρηματικό πεδίο υπογραμμίζει την ανάγκη για νέες χρήστο-κεντρικές μεθόδους και εργαλεία για την επιλογή, τη σχεδίαση, και τη βελτιστοποίηση των ασύρματων προϊόντων και υπηρεσιών. Κάθε επιχειρηματική συναλλαγή απαιτεί μια εθελοντική απόφαση ενός ανθρώπου. Οι επιχειρήσεις που ξέρουν τους χρήστες καλύτερα θα είναι οι νικητές του παγκόσμιου ανταγωνισμού.
Η κατανόηση του χρήστη σημαίνει την περιγραφή του με κατάλληλα πρότυπα. Προς το παρόν, τα κύρια εργαλεία που χρησιμοποιούνται είναι σενάρια που περιγράφουν τους χαρακτηριστικούς χρήστες και τις καταστάσεις χρηστών. Είναι βασισμένα σε διανοητικά πρότυπα (άυλη γνώση) των υπεύθυνων για την ανάπτυξη προϊόντων και επιλεγμένων χρηστών (ως πρότυπα για άλλους χρήστες). Η κύρια διαφορά τους από τα μοντέλα που χρησιμοποιούνται στην ηλεκτρονική ή στη μηχανολογία είναι ότι δεν υπάρχει κανένα ενοποιημένο πρότυπο που να περιγράφει τον άνθρωπο. Το άτομο είναι ένα εξαιρετικά σύνθετο βιολογικό σύστημα σε σύγκριση με τα φυσικά συστήματα. Οι διάφορες επιστήμες χρησιμοποιούν εκατοντάδες διαφορετικά πρότυπα για την περιγραφή και κατανόηση του ανθρώπου. Τα περισσότερα από αυτά περιγράφουν τμήματα μόνο του πραγματικού συστήματος. Μερικά από αυτά είναι λανθασμένα, καθώς δεν αντιστοιχούν στο πραγματικό σύστημα. Συνήθως τα πρότυπα αυτά ενσωματώνουν ελάχιστη ή καμία δομή. Η ιεραρχία του Maslow είναι ένα παράδειγμα προτύπων για τον άνθρωπο.

Κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του '90, η ψυχολογία στράφηκε προς τη προτυποποίηση (μοντελοποίηση) του ανθρώπου συνολικά, προσπαθώντας να ενσωματώσει συγκινησιακά και γνωστικά χαρακτηριστικά. Στο μάρκετινγκ, ο καθηγητής Gerald Zaltman στο Harvard Business School, έχει αναπτύξει μια μέθοδο για τη μέτρηση και κατανόηση της συμπεριφοράς των πελατών με βάση το βαθύτερο συναισθηματικό επίπεδο. Στον τομέα της τεχνητής νοημοσύνης, ο καθηγητής Marvin Minsky στο MIT και ο καθηγητής Aaron Sloman στο πανεπιστήμιο του Μπέρμιγχαμ έχουν αναπτύξει σύνθετες δομές συστημάτων που μπορούν να φανούν χρήσιμες ως βάση ενός ενοποιημένου προτύπου. Η νέα προσέγγιση θα πρέπει να καταλάβει τον ανθρώπινο χρήστη ως ένα σύνθετο σύστημα διαβίωσης. Το αποτέλεσμα αυτής, θα είναι η κατασκευή ενός ενοποιημένου πρότυπου για τη θεμελιώδη δομή και λειτουργία του ανθρώπου.

Το εσωτερικό σύστημα ελέγχου οδηγεί τη συμπεριφορά όλων των ανθρώπων. Η ανθρώπινη συμπεριφορά είναι απόρεια του θεμελιώδη τρόπου λειτουργίας που οδηγεί συνεχώς το σύστημα προς την ανύψωση του επιπέδου της εσωτερικής συναισθηματικής κατάστασης, μέσω ενός συνδυασμού δύο

μηχανισμών. Ο πρώτος μηχανισμός στοχεύει στην ελαχιστοποίηση και την εξάλειψη των αρνητικών συναισθημάτων (π.χ πόνος) και ο δεύτερος μηχανισμός στην παραγωγή των θετικών συναισθημάτων (π.χ ευχαρίστηση). Με εξαίρεση τις χαμηλού επιπέδου λειτουργίες (π.χ. αντανακλαστικά), η δομή αυτή του συστήματος ελέγχου, αποσυνδέει αποτελεσματικά τις παραγόμενες συμπεριφορές από συγκεκριμένα γεγονότα. Έρχεται δε σε αντίθεση με τη βασική επιστημονική αρχή της αιτίας – αποτελέσματος, όπως τη γνωρίζουμε σήμερα.

Η θεμελιώδης έκβαση του ερευνητικού στόχου θα ήταν ένα σύνθετο πρότυπο για ένα εσωτερικό σύστημα ελέγχου του ανθρώπου με έμφαση στις δομές και λειτουργίες που είναι σημαντικές για το Όραμα του Ασύρματου Κόσμου. Το εγγενές πλεονέκτημα της τέτοιας προσέγγισης θα είναι ότι οι δομές των πρότυπων που θα προκύψουν, θα αντιστοιχούν στην ανθρώπινη δομή ακριβέστερα από τα παρόντα πρότυπα.

Μεθοδολογία ανάπτυξης υπηρεσιών βασισμένη σε σενάρια

Η αβεβαιότητα και ο γρήγορος ρυθμός των εξελίξεων στις ασύρματες επικοινωνίες απαιτούν από τους ερευνητές να στραφούν προς μη παραδοσιακούς τρόπους προκειμένου να προβλεφθούν οι μελλοντικές εξελίξεις.
Τα σενάρια αποτελούν έναν ισχυρό όπλο. Τα σενάρια αναφέρονται σε δημιουργικές, συλλογικές ασκήσεις, βασισμένες σε ανάλυση των κρίσιμων τάσεων και των αβεβαιοτήτων. Σκοπός τους είναι να κατασκευαστούν οράματα των μελλοντικών εξελίξεων που να χαρακτηρίζονται από αλληλεξάρτηση πολλών άγνωστων παραγόντων.
Κατά τη διάρκεια των προηγούμενων είκοσι ετών, η χρήση των σεναρίων τείνει να συγκεντρωθεί στα σχέδια τεχνολογικής ανάπτυξης, διάχυσης και αποδοχής. Αυτό που λείπει, είναι μια ολοκληρωμένη μέθοδος σεναρίου η οποία να ενσωματώνει τεχνολογικές προοπτικές, προοπτικές χρηστών και επιχειρήσεων.

Αν και υπάρχει άφθονη επιχειρηματική και, σε μικρότερη έκταση, επιστημονική βιβλιογραφία για μελλοντικές υπηρεσίες 3G, εντούτοις τα αποτελέσματα δεν είναι τα αναμενόμενα. Από τις αναλύσεις και τις προβλέψεις αυτές λείπουν συνήθως όλα ή μερικά από τα κάτωθι θέματα:

- Είναι τεχνολόγο-κεντρικές. Αποτυγχάνουν να αξιολογήσουν τις αλληλεξαρτήσεις μεταξύ επιχειρηματικών ρόλων και στρατηγικών, μεταξύ πρακτικών χρηστών και τεχνολογικών καινοτομιών.
- Εστιάζουν στους μεμονωμένους χρήστες, ή σε πολύ γενικά καθορισμένες ομάδες χρηστών, και τις υποτιθέμενες ανάγκες ή απαιτήσεις τους για υπηρεσίες, αντί στις καθημερινές πρακτικές και πιθανά πλαίσια της χρήσης καθιερωμένων και νέων υπηρεσιών.
- Δεν έχουν ένα σαφές όραμα όσον αφορά στην ολοκλήρωση ,μεταξύ διαφορετικών κινητών και ασύρματων συστημάτων.

Μια αξιοσημείωτη εξαίρεση στα παραπάνω είναι η εργασία του ISTAG[16] (IST Advisory Group) «Scenarios for ambient intelligence» . Η έκθεση της ομάδας αυτής, καταλήγει σε 4 σενάρια, ανάλυση και συμπεράσματα.

---

[16] ISTAG Scenarios for Ambient Intelligence 2001: www.cordis.lu/ist/istag.htm

Το πρώτο βήμα μιας πιθανής προσέγγισης δημιουργίας και συλλογής σεναρίων με σκοπό τη παραγωγή πιθανών μελλοντικών θεμάτων ερευνάς, είναι η διαμόρφωση μιας ομάδας των διεπιστημονικών εμπειρογνωμόνων και η εύρεση σωστών τρόπων και διαδικασιών στο πώς να δημιουργήσει, να συζητήσει και να αναλύσει τα σενάρια.. Η ποικιλομορφία των εμπειρογνωμόνων από διαφορετικούς τομείς είναι μεγάλης σπουδαιότητας. Μπορεί να είναι επιθυμητό, αντί του συνηθισμένου τύπου σεναρίων, θετικού εναντίον αρνητικού, να κατασκευάζονται σενάρια που να μελετούν τη γρήγορη υιοθέτηση εναντίον αργής υιοθέτησης.
Το επόμενο βήμα είναι να αναλυθεί η συλλογή των σεναρίων. Αυτό υπονοεί βεβαίως εκτενή εργασία, δεδομένου ότι δεν βασίζεται μόνο στην πιθανή αλληλεπίδραση μεταξύ του χρήστη και της τεχνολογίας. Ιδιαίτερη προσοχή θα πρέπει να δοθεί στα εμπόδια υιοθέτησης ή παραγωγής μιας υπηρεσίας, πιθανών κρίσιμων καμπών, και κρίσιμων εξαρτήσεων μεταξύ παραγόντων. Τα οφέλη για τα άτομα και για την κοινωνία πρέπει να είναι διερευνημένα. Το τελικό βήμα θα είναι να συναχθούν τα συμπεράσματα από την ανάλυση, για να προσδιοριστεί η τεχνολογία που απαιτείται για να ωθήσει ή να αποφύγει τα σενάρια.

Με τη δημιουργία ενός φόρουμ ιδιαίτερα καταρτισμένων διεπιστημονικών εμπειρογνωμόνων που θα είναι σε θέση να ρωτήσουν τις σωστές ερωτήσεις, είναι πιθανό να αποκτήσουμε βαθύτερη γνώση σχετικά με τα πιθανά πλαίσια χρήσης των νέων υπηρεσιών, ενδείξεις για πιθανές απαιτήσεις και περιορισμούς των τελικών χρηστών. Μπορεί ακόμα να προσδιοριστούν οι δυσχέρειες στην ανάπτυξη των νέων ασύρματων τεχνολογιών και τελικά μπορεί να προκύψουν νέοι ερευνητικοί τομείς :

- Υπηρεσίες που είναι εύκολες στη χρήση, φιλικές προς τον άνθρωπο, εξατομικευμένες, ανάλογες με τη κατάσταση και τα συναισθήματα
- Κοινωνικά αποδεκτές λύσεις όπως, τα περιβάλλοντα χωρίς καμιά υπηρεσία (π.χ ζώνες αναψυχή), και λύσεις για την ηλεκτρομαγνητική ανοχή
- Εκτεταμένες τεχνικές μετάδοσης όπως, μη-ηλεκτρομαγνητικό, δέρμα, νερό, χώμα, οδοί, ζώα, κύματα βαρύτητας, τηλεπάθεια
- Βιολογικοί δέκτες και πομποί , δίκτυα, και διεπαφές
- Νέα κατανόηση των πληροφοριών, χειρισμός γνώσης, μετάδοση συναισθημάτων, και ασφάλεια δεδομένων.

Χρήστο-κεντρικές απαιτήσεις για συμφραστικά ενήμερα συστήματα

Στο ασύρματο μέλλον, οι εφαρμογές θα χρησιμοποιούν στοιχεία από αισθητήρες και προτιμήσεις του χρήστη για να ενισχύουν την εμπειρία του, μέσω ενός πλαισίου αφύπνισης, σχετικού τόσο με την κατάσταση όσο και με το περιεχόμενο. Μια εφαρμογή θα αισθάνεται ποιος και που είναι ο χρήστης, ποιοι είναι οι όροι του περιβάλλοντος, και τι δοκιμάζει να κάνει. Στη συνέχεια θα προσαρμόζει τη λειτουργία και τις πληροφορίες που παρέχονται στην εργασία που γίνεται εκείνη τη στιγμή. Δύο σημαντικά θέματα είναι η ανάπτυξη του περιβάλλοντος εφαρμογής και η κατανόηση των ζητημάτων εμπειρίας χρηστών.

Το περιβάλλον εφαρμογής πρέπει να είναι έτσι δομημένο ώστε να ενθαρρύνει την ανάπτυξη, φορητότητα, και διαλειτουργικότητα των πλαίσιο-ενήμερων[17] εφαρμογών.

Ένα σημαντικό βήμα στη δημιουργία συστημάτων που διευκολύνουν την ευρεία επέκταση και τη διαλειτουργικότητα των πλαίσιο-ενήμερων εφαρμογών είναι η ανάπτυξη ενός χρήστο-κεντρικού συστήματος περιγραφών για τις πληροφορίες περιεχομένου (πλαισίου) που να μπορούν να είναι κοινές για τα διάφορα στοιχεία των συστημάτων (π.χ., χρήστης, εφαρμογή, περιβάλλον υπηρεσιών (υλικό, λογισμικό), υπηρεσίες, και αισθητήρες) που εξετάζουν πληροφορίες βασισμένες στα συμφραζόμενα. Μια τέτοια γλώσσα θα πρέπει να διευκολύνει την αντιπροσώπευση των επιπέδων εφαρμογής και την προσαρμογή στο περιεχόμενο με έναν τρόπο που να αντιστοιχεί στην ανθρώπινη αντίληψη για το περιεχόμενο.
Μέχρι σήμερα δεν έχει γίνει πολλή έρευνα για το πώς να περιγράφει και να αναπαρασταθεί πληροφορία βασισμένη στα συμφραζόμενα. Η σήμανση KQML (Knowledge Query Markup Language) και η XML (eXtensible Markup Language) είναι γλώσσες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να καθορίσουν και να εκφράσουν οντότητες. Οι οντότητες που εκφράζονται με αυτές έχουν δημιουργηθεί κατά ένα μεγάλο μέρος ad hoc, εστιάζοντας σε ζητήματα θέσης, ταυτότητας και χρόνου. Αντίθετα έχουν γίνει αρκετές προσπάθειες στην απεικόνιση πληροφοριών σχετικών με το περιβάλλον της οντότητας.
Για παράδειγμα, το σύστημα «ParcTab», διαίρει το πλαίσιο των βασισμένων στα συμφραζόμενα πληροφοριών σε τρεις κατηγορίες: χρήστες, συσκευές και θέσεις. Οι Schilit et Al. περιγράφουν τις σημαντικές πτυχές του πλαισίου ως προς το που είστε, ποιοι είστε με και ποιους πόρους είστε κοντά. Η εργασία «Context Toolkit» υιοθετεί τη μέθοδο ότι υπάρχουν τέσσερα αρχικά κομμάτια του πλαισίου: ταυτότητα, θέση, χρόνος και δραστηριότητα.
Αυτό που χρειάζεται να γίνει είναι η δημιουργία πλαισίου που να εστιάζει στην κατανόηση του ποιοι αφηγημένοι τύποι πλαισίου είναι σημαντικοί στους ανθρώπους. Το αφηρημένο πλαίσιο ορίζεται ως «η περιγραφή των διαφορετικών αισθητών διαστάσεων (ή ιδιοτήτων) που χαρακτηρίζουν μια κατάσταση». Παραδείγματος χάριν, αισθητές ιδιότητες ή στοιχειώδεις ενδείξεις όπως η θέση και ο χρόνος μπορεί να συνδυαστούν για να διαμορφώσουν έναν αφηρημένο τύπο πλαισίου που να αντιπροσωπεύει την παρουσία σε μια συνεδρίαση. Αρχικά θα μπορούσε να δημιουργηθεί ένας κατάλογος από γνωστές πλαίσιο-ενήμερες εφαρμογές και ειδικές περιγραφές πλαισίου που προτείνονται από προηγούμενους ερευνητές. Εντούτοις, η βασική ερευνητική εργασία θα πρέπει να γίνει μέσα από μία σειρά παρατηρητικών μελετών των ανθρώπων για να καθορίσουν ένα κοινό σύνολο αφηρημένων τύπων πλαισίου από την προοπτική χρηστών. Οι μελέτες πρέπει να εστιάσουν στη συμπεριφορά χρηστών σε συγκεκριμένο περιβάλλοντα (π.χ. στο σπίτι) ή κατά τη διάρκεια καθορισμένων με σαφήνεια δραστηριοτήτων (π.χ. ψωνίζοντας).
Τα αποτελέσματα από τη δευτεροβάθμια έρευνα και οι παρατηρητικές μελέτες μπορούν να συνδυαστούν για να δημιουργήσουν μια βάση δεδομένων των κοινών αφηρημένων τύπων πλαισίου, με κανονικές περιγραφές, λεπτομέρειες των στοιχειωδών στοιχειών πλαισίου και στοιχεία ως προς τη σχετική συχνότητα που εμφανίζονται στη συμπεριφορά χρηστών. Αυτές οι πληροφορίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να διαδοσουν ένα ή περισσότερα οντολογικά

[17] Πλαίσιο-ενήμερος = context-aware

μοντέλα των πληροφοριών πλαισίου. Ο καθορισμός και η χρήση των πληροφοριών πλαισίου θα ποικίλουν αναλογα με το άτομο ή τη πολιτιστική βάση.

Απαιτήσεις χρηστών για καθολική πρόσβαση και επιβοηθητικές τεχνολογίες

Παρακινημένη από την τάση για τη παροχή πρόσβασης σε άτομα με ειδικές ανάγκες οπως ηλικιωμένοι χρήστες ,παιδιά ή άτομα με ειδικές ανάγκες, η ευρωπαϊκή βιομηχανία ICT προετοιμάζεται για την ανάπτυξη λύσεων για την παραγωγή προϊόντων χρησιμοποιήσιμων απο όλους τους χρήστες. Οι ομάδες αυτές όμως δεν είναι οι μόνες, δεδομένου ότι τα προϊόντα και η υπηρεσίες απαιτούν ιδιαίτερες δεξιότητες και δυνατότητες από μέρους του ανθρώπινου χρήστη, η καθολική πρόσβαση για όλους είναι ένας κρίσιμος ποιοτικός στόχος στο πλαίσιο της αναδυόμενης κοινωνίας των πληροφοριών.

Όπως φαίνεται όμως, μια λύση «σχεδίαση για όλους» δεν είναι εύκολα επιτεύξιμη, οι κατασκευαστές μπορουν να προσφέρουν τις αποκαλούμενες βοηθητικές συσκευές (assistive devices) που γεμίζουν το χάσμα μεταξύ του χρήστη της συσκευής και των δυνατοτήτων του χρήστη. Θα πρέπει να γίνει αντιληπτό ότι η καθολική πρόσβαση είναι κατι πολύ περισσότερο από την άμεση πρόσβαση ή τη πρόσβαση μέσω των επιβοηθητικών τεχνολογιών. Πρέπει να αφορά συνολικά το περιεχόμενο που αναπτύχθηκε, τη λειτουργία που υποστηρίχθηκε από τις διαφορετικές υπηρεσίες, και φυσικά τα συντακτικά και σημασιολογικά χαρακτηριστικά της αλληλεπίδρασης. Πρόωρες προσπάθειες για να υιοθετηθουν τεχνικές προσαρμογής οδηγήθηκαν από τις συγκεκριμένες απαιτήσεις κοινοτήτων όπως οι ανάπηροι και οι ηλικιωμένοι άνθρωποι. Σκεφτόμενοι ποια δεδομένα θα πρέπει να προσαρμοστουν καλο είναι να γίνει διάκριση μεταξύ:

1. των στοιχείων χρηστών, που περιλαμβάνουν τον παραδοσιακό στόχο προσαρμογής, δηλαδή, προσαρμομένο στα διάφορα χαρακτηριστικά του χρήστη.
2. Στοιχεία χρήσης, που περιγράφουν τα στοιχεία για την αλληλεπίδραση χρηστών με το σύστημα και
3. Στοιχεία του περιβάλλοντος, που περιλαμβάνουν όλες τις πτυχές του περιβάλλοντος χρηστών

Μετά από το 1996 εχουν αναπτυχθει διαφορα προσαρμοστικά συστήματα, μερικά από το οποία είναι π.χ. συστήματα πληροφοριών απευθείας σύνδεσης, ηλεκτρονικες εγκυκλοπαίδειες, περίπτερα πληροφοριών, εικονικά μουσεία, φορητοί οδηγοί, e - εμπόριο κλπ. Η εφαρμογή των προσαρμοστικών τεχνικών περιορίζονται προς το παρόν στα στάσιμα συστήματα και στα σταθερά δίκτυα, και δεν ισχύει στις κινητές συσκευές κυρίως λόγω των μικρών οθονών τους. Η ETSI HF (ETSI Human Factor) έχει παραγάγει τρία πολύ σημαντικά προϊόντα που παρέχουν οδηγίες στους σχεδιαστές σχετικά με το σχέδιο των διεπαφών επικοινωνίας

- Το ETR 116 : Οδηγίες ανθρώπινων παραγόντων για το σχεδιασμό τερματικών ISDN.
- Το ETR 029: Πρόσβαση στις τηλεπικοινωνίες για ανθρώπους με ειδικές ανάγκες.
- Το ETR 166 (1995) : Αξιολόγηση τηλεφώνων για ανθρώπους με ειδικές ανάγκες .

Τα παραπάνω προιοντα της ETSI παρήχθησαν μεταξύ 1991 και 1995 και από τότε είναι προφανές ότι οι τεχνολογίες τις οποίες οι οδηγίες αφορούν, έχουν αλλάξει σημαντικά. Είναι λοιπον προφανης η ανάγκη για έρευνα που να προσδιορίζει και να τεκμηριώνει τις απαιτήσεις των χρηστών για την επιβοηθητική τεχνολογία (assistive technology), να προσδιορίζει τεχνικες λυσεις εξετάζουντας διαφορετικές τεχνολογίες (π.χ. Bluetooth, ασύρματο τοπικό LAN (Wireless LAN) /HiperLAN) , ερευνα σε προτεινόμενες τεχνικες λύσεις ως προς την ασφάλεια, αξιοπιστία, αποδοτικότητα, δαπάνες, κ.λπ.

Συμπεριφοριστική έρευνα χρηστών για τις εφαρμογές στον ασύρματο κόσμο

Τα αποτελέσματα αυτής της εργασίας μπορούν να εφαρμοστούν για να προσδιορίσουν τις μελλοντικές εφαρμογές της νέας ασύρματης τεχνολογίας και επίσης να αναπτύξουν τις απαιτήσεις για αυτήν την τεχνολογία. Με την επέκταση αυτής της έρευνας σε πολιτισμικό επίπεδο, αναγνωρίζουμε ρητά το σημαντικό ρόλο που διαδραματίζουν η υπηκοότητα και ο τοπικός πολιτισμός στην υιοθέτηση της τεχνολογίας. Τα αποτελέσματα μιας τέτοιας εργασίας θα μπορούσαν να μας ενημερώσουν για νέες χρήσεις της υπάρχουσας τεχνολογίας, όπως 2,5 ,3, 3.5G .
Είναι σχεδον σιγουρο ότι η έρευνα σε αυτήν την περιοχή θα στραφεί προς μια σε πολύ λίγες περιοχές ενδιαφεροντος, π.χ. υγειονομική περίθαλψη, προσοχή των ηλικιωμένων, οικογενειακή επικοινωνία, επιχειρηματική επικοινωνία, κ.λπ. Ο απλούστερος τρόπος είναι να μελετήσει λεπτομερώς τα αποτελέσματα της υπάρχουσας τεχνολογίας στην υποψη περιοχη ενδιαφέροντος π.χ , χρήσεις συστηματων 3G στην επιλεγμένη περιοχη ενδιαφέροντος.Αυτο μπορεί να γίνει με μελέτες ημερολογίων, έρευνα βασισμένη στα συμφραζόμενα και άλλες παρατηρητικές μεθόδους, καθώς επίσης και με ποσοτικές αναλύσεις, π.χ. ποσοστά υιοθέτησης και πωλήσεις. Ταυτοχρονα, παραδοσιακότερες μέθοδοι (π.χ εθνογραφικές) μπορούν να εφαρμοστούν. Για να μεγιστοποιηθεί το πεδίο της κάλυψης, η έρευνα πρέπει να πραγματοποιηθεί σε διάφορες χώρες με διαφορετικα πολιτισμικά υπόβαθρα. Τα αποτελέσματα από αυτές τις έρευνες θα περιγραφουν με ακρίβεια την αντιληψη των χρηστων και θα διευκολύνουν την ανάπτυξη αληθινά χρήσιμων, πολιτιστικά ευαίσθητων εφαρμογών για τη μελλοντική ασύρματη τεχνολογία.
Μεταξύ των πολλών πιθανών περιοχών εφαρμογων για το ασύρματο μέλλον, ενδεικτικά αναφέρονται οι παρακάτω:

Κινητή επιχείρηση.
Ο συνεχώς αυξανόμενος βαθμός καινοτομίας των τεχνολογίων επικοινωνιών, εχει δημιουργησει ένα νέο σύνολο πλαισίων για την εργασία σε κινητά περιβάλλοντα. Αυτό οδηγεί σε μεγάλη αύξηση της ευελιξίας και της δυναμικής στο πεδίο B2B (Business-Business. Η επέκταση του ρόλου του εργαζομένου μέσα στις επιχειρήσεις, ο υψηλότερος βαθμός πληροφοριών που κατέχουν οι πελάτες και οι επιχειρηματικοι συνεργάτες, συνδέονται στενά με τις επιχειρηματικες διαδικασίες. Με την ενσωμάτωση στις επιχειρηματικές διαδικασές των ασύρματων τεχνολογιών επικοινωνιών όπως το UMTS, το Ασύρματο LAN , Bluetooth, κ.λπ., μπορούμε να μιλήσουμε για μια μετανάστευση από την e-διαδικασία στη m-διαδικασία με ταυτόχρονη αύξησή της ευελιξίας. Στη περιοχη αυτή, συγκεκριμένοι τομεις που μπορουν να ωφεληθουν είναι: η Διοίκηση Εφοδιαστικής Αλυσίδας (Supply Chain Management-SCM), Διαχείρηση Επιχειρησιακών Πόρων (Enterprise Resource

Planning -ERP), Διαχείρηση Σχέσεων Πελατων (Customer Relationship Management-CRM) και οι διαδικασίες παραγωγής.

Μ- εμπόριο.

Η κατανόηση του πλαισίου των τελικών χρηστών μπορεί να παρέχει ένα σύνολο συγκεκριμένων απαιτήσεων. Για να καταλάβουμε αυτές τις απαιτήσεις, ο τελικός χρήστης μπορεί να εμφανιστεί ως χρήστης τεχνολογίας, καταναλωτής, ή ως μέλος ενός δικτύου. Με το συνδυασμό των τριών όψεων σε ένα πλαίσιο ζήτησης , οι χειριστές, οι φορείς παροχής υπηρεσιών και οι υπεύθυνοι για την ανάπτυξη εφαρμογων θα διαμορφωσουν μια καλύτερη αποψη για το σχεδιασμο, αξιολόγηση και συγχρονισμο, υπηρεσίων κινητου εμπορίου για τελικούς χρήστες.

Υγειονομική περίθαλψη.

Ο τομέας της υγειονομικής περίθαλψης ακόμα και σήμερα προσφέρει υψηλές δυνατότητες για την ολοκλήρωση της πληροφορικής στις διαδικασίες εργασίων. Δύο συγκεκριμένες περιοχές για τις νέες εφαρμογές περιλαμβάνουν την κινητή περιθαλψη και τις εικονικές ομάδες υγειονομικής περίθαλψης. Εχουν προσδιοριστεί διάφορα προβλήματα σχετικα με την κινητή περιθαλψη, τα οποια μπορουν να λυθουν μέσω της παροχής προσαρμοσμένων εφαρμογών για τις κινητές συσκευές, συμπεριλαμβανομένου ειδικού υλικού και λογισμικού. Οι τεχνολογίες που απαιτούνται για να πραγματοποιήσουν το όραμα Εικονικών Ομάδων Περιθαλψης (Virtual Healthcare Teams -VHCTs) περιλαμβάνουν τα ασύρματα συστημάτα μετάδοσης που υποστηρίζουν την ευρυζωνική πρόσβαση, τα δίκτυα ευρείας ζωνης, τα Body Area Networks -BANs, τα Personal Area Networks-PANs. Η έρευνα σε αυτήν την δικτυακή περιοχη θα πρεπει να εστιάσει στη συγκέντρωση στοιχείων από τα οποία να αναπτύξει εφαρμογές και υπηρεσίες που ικανοποιούν τις ανάγκες των ασθενών και των προμηθευτών υγειονομικής περίθαλψης.

Υπηρεσίες πυρόσβεσης.

Το εργο των πυροσβεστών είναι πολύ δύσκολο να σχεδιαστει. Τα περισσότερα από τα προβλήματα κατά τη διάρκεια της πράξης είναι απρόβλεπτα. Νέες εφαρμογές, βασισμένες στις ασύρματες επικοινωνιες, μπορούν να επιτρέψουν τη μεγαλύτερη και εγκαιρότερη πρόσβαση σε βασικές πηγές πληροφοριών, οπως της οικοδόμηκων χαρτών, σχεδίων ορόφων και πληροφοριών για επικίνδυνα υλικά.

4.8.2 Νέα γενικά στοιχεία εφαρμογών

Τεχνολογίες για τη διαχειριση της Πολυπλοκότητας των Μελλοντικών Ασύρματων Συστημάτων

Η ελλοχεύουσα πολυπλοκότητα των μελλοντικών ασύρματων συστημάτων και υπηρεσιών οδηγουν προς την ανάγκη έρευνας η οποια θα βοηθησει το χρηστη να τις διαχειριστει.

Η διαχείρηση αυτής της πολυπλοκότητας με έναν διαισθητικό και εύκολο τρόπο από το χρήστη είναι κρίσιμη για την επιτυχία του μελλοντικού Ασύρματου Κόσμου. Η αναγκη αυτή μας κατευθυνει προς δυο τομεις ερευνας:

- Έρευνα για την εφαρμογή ευφυούς αυτοματοποίησης υπηρεσιών.
- Αξιολογήση της δυνατότητας πραγματοποίησης και αναπτύξης τεχνητων οντότητων που καλούνται Εικονικοι Βοηθοί (Virtual Assistants) και οι οποιοι θα βοηθουν τους κινητους χρήστες να χρησιμοποιουν δικτυακους πόρους.

Ευφυής αυτοματοποίηση υπηρεσιών

Ο στόχος αυτής της έρευνας θα είναι να ερευνηθεί η εφαρμογή της ευφυούς αυτοματοποίησης υπηρεσιών. Το επιθυμητό αποτέλεσμα θα είναι η αυτόματη ολοκλήρωση πολλαπλων υπηρεσιών, από το ευρύ φάσμα που θα είναι διαθέσιμο, για να ικανοποιήσει τις ανάγκες του χρήστη. Η ερευνα θα πρέπει να παντησει σε μια σειρα ερωτηματων όπως :

- Πώς μπορούν οι χρήστες να έχουν πρόσβαση σε συνδυασμούς υπηρεσιών χωρίς να πρέπει να γίνει κατανοητός ο τρόπος με τον οποίο οι υπηρεσίες χωρίζονται;
- Οι χρήστες θα εμπιστεύονταν τη συσκευή για να επιλέξουν τις καλύτερες υπηρεσίες
- Μέχρι ποιό σημείο μπορούν οι προσαρμοστικές παράμετροι χρήστη να παρέχουν μία λύση;
- Ποια είναι τα κριτήρια για την προσαρμογή, και πώς το σύστημα μαθαίνει τη συμπεριφορά;

Εικονικοί βοηθοί.

Στο κινητό περιβάλλον, οι Εικονικοί βοηθοί θα παρέχουν τα ακόλουθα πλεονεκτήματα

- Συνεπής μεταφορά αλληλεπίδρασης μεταξυ των διαφορετικών οντοτητων. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό για τις κινητές επικοινωνίες όπου η πλαίσιο χρήσης αλλάζει συνεχώς, και πού ο χρήστης θα χρησιμοποιει οπτική και ακουστική αλληλεπίδραση.
- Μείωση του ποσού αλληλεπίδρασης που απαιτείται από το χρήστη για να πάρει πραγματικά οτι θέλει, στη σωστή στιγμή.

<u>Αρχιτεκτονικές και τεχνολογίες για τα Εικονικά Περιβάλλοντα</u>

Οι επαυξημένες πραγματικότητες και η Επαυξημένη Κινητή Πραγματικότητα (ΕΚΠ) (Mobile Augmented Reality-MAR) είναι ένα φυσικό βήμα της εξέλιξης για τους κινητούς χρήστες και ένα φυσικό βήμα για την ενίσχυση της επικοινωνίας και της ενημέρωσης προς το χρήστη, βασισμένο σε παράγοντες όπως η θέση και η κατεύθυνση της όψης, η κατάσταση χρηστών, το πλαίσιο (ημέρα του χρόνου, των διακοπών της επιχείρησης, κ.λπ..), προτιμήσεις χρηστών (δηλ. προτίμηση από την άποψη του περιεχομένου και των ενδιαφερόντων), ικανότητες δικτύων. Τα εικονικά αντικείμενα μπορούν να συμπληρώσουν τις πραγματικές πληροφορίες. Τα αντικείμενα αυτά μπορούν να είναι οπτικά, ακουστικά, ακόμα και οσφρητικά. Οι νέες εφαρμογές θα επιτραπούν μόλις υπερνικηθούν οι τεχνικές προκλήσεις. Η ΕΚΠ μπορεί να χρησιμοποιηθεί για παρούσες υπηρεσίες (όπως MMS) καθώς επίσης και για τις επερχόμενες υπηρεσίες (όπως Conversational Multi Media - CMM) για να ενισχύσει την εμπειρία των χρηστών. Η ΕΚΠ μπορεί να συνδυαστεί με την Εικονική

Πραγματικότητα, οδηγώντας σε μία υπέρτατη εμπειρία για το χρήστη. Θα μπορούσε π.χ να χρησιμοποιηθεί για διασκέδαση (παιχνίδια) ή για την εύρεση ελεύθερης θέσης στάθμευσης στο κέντρο μιας πόλης.
Είναι προφανές ότι ένα ΕΚΠ θα περιλαμβάνει θέματα όπως ασύρματες επικοινωνίες, οι βάσεις δεδομένων πολυμέσων, συστήματα παρακολούθησης θέσης και προσανατολισμού, οι φερόμενοι (wearable) υπολογιστές, τεχνικές αλληλεπίδρασης, ασύρματες τεχνολογίες δικτύωσης, παρουσίαση πληροφοριών, αναγνώριση προτύπων, κ.λπ. Είναι σχεδόν βέβαιο ότι όταν τα αποτελέσματα μιας τέτοιας ερευνάς γίνουν απτά , θα βελτιώσουν τη χρήση των υπαρχουσών υποδομών (π.χ. δρόμοι, θέσεις στάθμευσης, κ.λπ.), θα διευκολύνει την πλαίσιο-εξαρτώμενη εμπορική διαφήμιση, και θα βελτιώσει την ασφάλεια. Θα δημιουργήσει νέες εμπειρίες χρηστών, παραδείγματος χάριν, προώθηση του τουρισμού ή διευκόλυνση της εκτίμηση των πολιτιστικών αντικειμένων στη γλώσσα του χρήστη.

Η ταυτότητα του χρήστη στον Ασύρματο Κόσμο (Παραδείγματα αλληλεπίδρασης χρηστών)

Όποτε ένας άνθρωπος αλληλεπιδρά με την τεχνολογία ή πιο συγκεκριμένα με τις υπηρεσίες που επιτρέπονται από την τεχνολογία, έχει υπόψη του ένα μοντέλο. Το άτομο είναι σε θέση να χρησιμοποιήσει την τεχνολογία επειδή το μοντέλο κρύβει την πολυπλοκότητα της εφαρμογής. Δεδομένου ότι οι υπηρεσίες και τα συστήματα γίνονται πιο σύνθετα, η αλληλεπίδραση με την τεχνολογία γίνεται πιο σύνθετη και οι μηχανισμοί παράδοσης πιο διαφορετικοί, ο χρήστης πρέπει να χρησιμοποιεί έναν περιορισμένο αριθμό μοντέλων και παραδειγμάτων αλληλεπίδρασης έτσι ώστε να χρησιμοποιεί άνετα την τεχνολογία. Αναμένεται ότι οι συσκευές Μικτής Πραγματικότητας (ΜΠ) (Mixed Reality-MR), όπως τα Head Mounted Displays -HMD, θα διατεθούν εμπορικά μέσα στα επόμενα 5 έως 10 έτη. Η τεχνολογία αυτή θα λύσει το πρόβλημα των μικρών μεγεθών οθόνης.
Η έρευνα προς αυτή τη κατεύθυνση θα μπορούσε να ξεκινήσει με το να χτιστεί ένα σύστημα βασισμένο σε ένα Μοντέλο Υπηρεσιών Πολλαπλών Σφαιρών (Service Multisphere Model – SMM), στο κέντρο του οποίου είναι ο χρήστης. Ο χρήστης περιβάλλεται από 3 γεωγραφικά στρώματα υπηρεσιών, τα Personal User Service -PUS, Local Environment Services-LES, Global Services Network.-GSN.
Το πλεονέκτημα μιας δομής με στρώματα υπηρεσιών είναι ότι διαιρούν τις υπηρεσίες σύμφωνα με την περιοχή και τις ανάγκες του χρήστη. Με τις προσωπικές υπηρεσίες, ο χρήστης έχει το συνολικό έλεγχο για να προσαρμόσει τις τιμές των παραμέτρων τους και να ταιριάξει τις ανάγκες του. Οι υπηρεσίες περιοχής παρέχουν τις πρόσθετες πληροφορίες χρηστών π.χ. οι ανακοινώσεις, το κατάστημα επιχείρησης που διαφημίζουν τις υπηρεσίες κ.λπ. Οι παγκόσμιες μπορούν να προσεγγιστούν οποιαδήποτε στιγμή οπουδήποτε. Τα στρώματα υπηρεσιών που περιγράφονται δεν είναι χωρίς προβλήματα. Οι πληροφορίες που μπορούν να παρουσιαστούν στο χρήστη είναι πάρα πολλές, δημιουργώντας το συναίσθημα του μεγάλου αδελφού ή επίσης πρόσβαση σε υπηρεσίες που δεν έχουν δικαίωμα π.χ. ελεγχόμενες περιοχές. Ως εκ τούτου μερικές υπηρεσίες θα μπορούσαν να τοποθετηθούν σε διαφορετικά επίπεδα πρόσβασης ασφάλειας. Διαφαίνεται ήδη η ανάγκη για ένα «Προσωπικό Βοηθό» (Personal User Agent –PUA), μια οντότητα δηλαδή η οποία θα διαχειρίζεται τις επικοινωνίες του χρήστη. Για να καταλήξουμε όμως σε αυτό θα πρέπει να λυθούν θέματα σχετικά με ένα Παγκόσμιο Κωδικό Αναγνώρισης (ΠΚΑ) (Universal Code Identifier –UCI). Ένα τέτοιο προσδιοριστικό θα πρέπει να αποτελείται από:

- μια αλφαβητική ετικέτα που είναι το όνομα με το οποίο το πρόσωπο ή η οργάνωση επιθυμεί να είναι γνωστή. Αυτή η ετικέτα θα χρησιμοποιείται για να έχει πρόσβαση στο πλήρες UCI από το βιβλίο διευθύνσεων του χρήστη, και θα χρησιμοποιείται για να εμφανίσει με ποιον γίνεται η επικοινωνία .
- μια αριθμητική συμβολοσειρά που θα είναι παγκόσμια μοναδική. Στις περισσότερες περιστάσεις δεν θα είναι απαραίτητο για έναν χρήστη να απομνημονεύσει ή να εισαγάγει αυτήν την συμβολοσειρά.
- ένα πρόσθετο μέρος της ετικέτας που θα μεταδίδει πρόσθετες πληροφορίες υπό μορφή σημαιών. Αυτές οι σημαίες δεν θα είναι άμεσα ορατές αλλά θα μπορούν να δείξουν στο PUA του δέκτη εάν η επικοινωνία ήταν π.χ από μια επιχειρησιακή πηγή ή έναν ιδιώτη, και εάν η αλφαβητική ετικέτα είναι πραγματικό όνομα ή ψευδώνυμο. Αυτές οι πληροφορίες θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για να ληφθούν αποφάσεις φιλτραρίσματος/δρομολόγησης για τις εισερχόμενες επικοινωνίες.

Τεχνολογίες για τα δίκτυα περιοχής σώματος

Σίγουρα υπάρχει κάποια έλλειψη σαφήνειας που περιβάλλει τους ορισμούς και τη διάκριση μεταξύ BAN (Body Area Network) και PAN (Personal Area Network). Στα πλαίσια αυτής της εργασίας καθορίζεται το «Body Area Network» ως μια συλλογή συσκευών επικοινωνίας που φοριούνται στο σώμα, και παρέχει ένα ενσωματωμένο σύνολο εξατομικευμένων υπηρεσιών στο χρήστη. Το BAN παρέχει την πιο στενή αλληλεπίδραση του χρήστη με τον Ασύρματο Κόσμο. Δεδομένου ότι η επικοινωνία θα συμβεί «στο σώμα μας», τα ζητήματα ισχύος είναι κρίσιμα για τα BANs καθώς επίσης και η γρήγορη, ευέλικτη και αυτόματη διαμόρφωση και η προστασία. Στο μοντέλο αναφοράς WWRF MultiSphere, το BAN είναι στο επίπεδο 1. Ένα Personal Area Network αποτελείται από τις αλληλεπιδρούσες συσκευές στην εγγύτητα του χρήστη (γύρω από 10m), δημιουργώντας ένα εξατομικευμένο περιβάλλον. Οι αλληλεπιδρούσες συσκευές είναι συνήθως γενικής χρήσης συσκευές, αλλά μετατρέπονται σε εξατομικευμένα αντικείμενα τη στιγμή που αντιλαμβάνονται την ύπαρξη του χρήστη. Στο μοντέλο αναφοράς WWRF MultiSphere, το PAN είναι στο επίπεδο 2. Ήδη, η πρώτη έκδοση ενός Δικτύου Περιοχής Σώματος παρουσιάσθηκε στην αγορά το 2000, που αφορούσε τον τομέα της ψυχαγωγίας και του ελεύθερου χρόνου.

Αυτές οι πρώτες εκδόσεις, συνδέονταν μεταξύ τους με καλώδια, κατευθείαν μέσα σε ένα σακάκι. Επιτεύχθηκε κάποια ολοκλήρωση μεταξύ των συσκευών έτσι ώστε, παραδείγματος χάριν, η μουσική χαμήλωνε όταν χτυπούσε το τηλέφωνο και ο έλεγχος του τηλεφώνου και της συσκευής MP3 ήταν δυνατός με μια ξεχωριστή ευπρόσιτη συσκευή.

Ένας σημαντικός τομέας εφαρμογής για τα BANs είναι η υγειονομική περίθαλψη. Παραδείγματα σε αυτό το χώρο είναι η Εικονική Ομάδα Τραύματος (Virtual Trauma Team) και η Εικονική Ομάδα Οικιακής Περίθαλψης (Virtual Homecare Team). Για τη πραγματοποίηση αυτού του οράματος απαιτείται έρευνα που θα περιλαμβάνει διάφορες περιοχές όπως: ασύρματα συστήματα μετάδοσης που υποστηρίζουν την ευρυζωνική πρόσβαση, δίκτυα οχημάτων (Vehicle Area Networks -VANs), BAN, PAN, με την ειδική δικτύωση που επιτρέπει την επικοινωνία μεταξύ κινητών επαγγελματιών, χρηστών και των ασθενών.

4.8.3 Νέες τεχνικές αλληλεπίδρασης

Επικοινωνία όλων των αισθήσεων

Ο στόχος ενός τέτοιου ερευνητικού προγράμματος είναι να ερευνηθεί η έννοια «Επικοινωνία όλων των Αισθήσεων» (All Senses Communication) ως μέσο ενίσχυσης της επικοινωνία με άλλες οντότητες (ανθρώπους ή μηχανές) που χρησιμοποιούν έναν συνδυασμό από τις παρούσες ή μελλοντικές αισθήσεις μας. Η «Επικοινωνία όλων των Αισθήσεων» εξετάζει το γεγονός ότι ενώ η πολυπλοκότητα της τεχνολογίας που χρησιμοποιείται στην καθημερινή ζωή έχει εκτιναχθεί ,οι βασικές ανθρώπινες ικανότητες (αισθητήρια ,όρια μηχανών, σύντομη και μακροπρόθεσμη μνήμη, δύναμη επεξεργασίας εγκεφάλου κ.λ.π.) έχει εξελιχθεί πολύ αργά. Προκειμένου να χρησιμοποιηθούν πλήρως αυτές οι ικανότητες πρέπει να επεκτείνουμε την αλληλεπίδραση με περισσότερες αισθήσεις (αφή, οσμή, επαφή) και να κάνουμε συγχρόνως καλύτερη χρήση των αισθήσεων που χρησιμοποιούνται σήμερα (ακρόαση και όραση) με το να ερευνήσουμε την περιφερειακή όραση και το περιβαλλοντικό άκουσμα.
Η βασική έννοια είναι να συνδυαστούν τα εισερχόμενα και εξερχόμενα από τις διάφορες αισθήσεις ώστε :

- Να ελαχιστοποιηθεί το χάσμα μεταξύ του πώς επικοινωνούμε πρόσωπο με πρόσωπο στη πραγματική ζωή και με τη χρησιμοποίηση της τεχνολογίας
- Να χρησιμοποιήσουμε πλήρως τις μοναδικές ικανότητες των ανθρώπων να συγχωνεύουν εντυπώσεις από διάφορες αισθήσεις και να αναλύουν βασιζόμενοι σε προηγούμενες εμπειρίες.

Πολλές νέες τεχνικές αλληλεπίδρασης προκύπτουν βασιζόμενες στη διαθεσιμότητα νέων "καναλιών" που συνδέονται με τις αισθήσεις μας. Η σημασία της αισθητικής ενισχύεται με την χρήση νέων τεχνικών αλληλεπίδρασης όπως τα οπτικό, ακουστικά, αφής (haptics) κ.λπ. Πολλές τεχνικές αλληλεπίδρασης είναι προβληματικές όταν χρησιμοποιούνται ως μέσο επικοινωνίας. Παραδείγματος χάριν το πρόβλημα «Αγγίγματος του Μίδα» στις φωνητικές διεπαφές ή η παρακολούθηση της κίνησης του ματιού (π.χ. όλα ερμηνεύονται ως εντολές) μπορεί να αποφευχθεί με την προσθήκη της κατεύθυνσης. Εάν κοιτάζετε έναν άνθρωπο κάνετε συνομιλία, ενώ εάν εστιάζετε στον υπολογιστή θέλετε να εισάγετε πιθανώς κάποιες εντολές.
Επίσης σε ένα περιβάλλον όπου όλα είναι δικτυωμένα και ευφυή, οι υπηρεσίες γίνονται το κέντρο όλων. Το πρόβλημα είναι ότι αυτό το περιβάλλον θα εξελίσσεται . Οι νέες υπηρεσίες θα μεταφορτώνονται στις συσκευές αυτόματα και οι διαφορετικοί συνδυασμοί συσκευών θα παραγάγουν ένα νέο σύνολο υπηρεσιών. Είναι αντιληπτό ότι θα είναι πολύ δύσκολο για το χρήστη να μάθει ποιες υπηρεσίες είναι διαθέσιμες, και οι ποιες οι ικανότητες κάθε υπηρεσίας. Ένας σημαντικός νέος τρόπος εμφανίζονται και οι Διεπαφές αφής (haptics) όπως προκύπτει από δύο πρόσφατα παραδείγματα που εμφανίστηκαν στην αγορά, το Microsoft SideWinder Freestyle Pro και το Ericsson Rhythm Stick.

Επαυξημένες διεπαφές χρήστη

Η ανάπτυξη διεπαφων για το χρήστη κρύβει και αρκετούς κινδύνους λόγω κυρίως του μικρού μεγέθους και των πολλαπλών εφαρμογών που μπορεί να έχουν. Το WAP προσπάθησε να βάλει μια τάξη όμως η έμφαση ήταν στο πρωτόκολλο και όχι στο επίπεδο διεπαφών (αν και έγιναν κάποιες προσπάθειες αντιμετώπισης ,αλλά όχι πραγματικά σοβαρές). Επίσης, θέλουμε να έχουμε μια διεπαφή που είναι φορητή, ανεξάρτητη από τη συσκευή και επεκτάσιμη. Με τον

όρο φορητό εννοούμε μια συσκευή που επιτρέπει στο χρήστη να τη φέρει εύκολα μαζί του ενώ κινείται. Μια ανεξάρτητη από τη συσκευή διεπαφή, δεν έχει καμία μηχανική παρέμβαση από το χρήστη. Μια επεκτάσιμη διεπαφή έχει τη δυνατότητα να αναδιαμορφώνεται για διαφορετικούς σκοπούς από αυτούς που καθορίστηκαν αρχικά.
Διάφορα προγράμματα υλοποιούνται ήδη σε αυτή την ερευνητική περιοχή. Η διεπαφή χεριών περιγράφεται ως ένα σύστημα επιλογών. Είναι ένας συνδυασμός τεχνικής επεξεργασίας εικόνας και Επαυξημένης Πραγματικότητας (Augmented Reality) ώστε να αυξηθούν οι δυνατότητες των χεριών των χρηστών με ένα σύστημα επιλογών.
Ένα άλλο σύστημα αναπτύσσεται με τη χρησιμοποίηση Pinch Gloves, προκειμένου να επιτευχθούν τρισδιάστατες τεχνικές αλληλεπίδρασης για χρήση σε ένα ταξίδι, εύρεση διαδρομής , επιλογή, χειρισμό, και έλεγχο συστημάτων.



Εικόνα 20:Παράδειγμα χρήσης διαχωρισμού διεπαφών για εκκίνηση τηλεφωνικής κλήσης (πηγή: Nara Institute of Science and Technology)

4.8.4 Υποδομή Υπηρεσιών στον Ασύρματο Κόσμο

<u>Τα επιχειρηματικά πρότυπα του Ασύρματου κόσμου</u>

Ένα επικοινωνιακό σύστημα μπορεί να θεωρηθεί ως ένα σύνθετο σύστημα που αποτελείται από πολιτιστικά, διαδικαστικά και τεχνολογικά εξαρτήματα που προστίθενται για να ολοκληρώσουν οργανωτικούς στόχους. Απαιτείται επομένως έρευνα για ένα μοντέλο που θα περιγράφει τις σχέσεις μεταξύ των συμβαλλόμενων μερών. Με βάση αυτές τις σχέσεις, ένα επιχειρησιακό πρότυπο καθορίζει τους ρόλους και τα σημεία αναφοράς και επιτρέπει τη συμμετοχή κάθε επιχειρησιακού συνεργάτη σε ένα παγκόσμιο μοντέλο ενώ παρέχει την ελευθερία για ανάπτυξη και ολοκλήρωση.
Σήμερα υπάρχουν διαθέσιμοι πολλοί μηχανισμοί μοντελοποίησης των επιχειρηματικών δραστηριοτήτων (CIMOSA, GRAI-GIM, PERA, ARIS, GERAM, ODP, TINA, IETF). Πρέπει όμως να αναλυθούν , εάν είναι κατάλληλοι στο πλαίσιο του Ασύρματου Κόσμου. Με βάση την ανάλυση των υπαρχόντων υπηρεσιών 3G/PSTN/Διαδικτύου και τα χρησιμοποιημένα επιχειρησιακά πρότυπα, πρέπει να καθοριστεί ένα νέο επιχειρησιακό μοντέλο ώστε:

- να μπορεί να αξιολογηθεί σε σχέση με τα παγκόσμια ασύρματα σενάρια
- να μπορεί να ελεγχθεί για την ευρωστία
- να συλλαμβάνει και διαδίδει ιδέες
- να μπορεί να αλλαχτεί.

Ένα θεμελιώδες ζήτημα είναι να δημιουργηθούν μακροπρόθεσμα σενάρια και να παρασχεθούν αληθινές εκτιμήσεις για την αγορά για επόμενο κύμα ασυρμάτων επικοινωνιών. Πρέπει να δημιουργηθούν συγκεκριμένα εργαλεία και επιχειρησιακά πρότυπα με μια ιδιαίτερη έμφαση στα οικονομικά. Η χρήση προσομοιωτών μπορεί να διευκολύνει την κατανόηση της αρχικής κατάστασης τις πιθανές εξελίξεις , καθώς και το προσδιορισμό μελλοντικών οικονομικών δυνατοτήτων. Η διαθέσιμη ανάλυση μας παρέχει μεσοπρόθεσμες προβλέψεις που καλύπτουν GPRS και το UMTS μέχρι 2005, βασισμένες στη προηγούμενη εμπειρία και την εκτίμηση τάσεων.
Οι υποθέσεις για την εξέλιξη της αγοράς προβλέπουν μια ομαλή εξέλιξη από τη 3G στη 4G γενιά. από την πλευρά των πελατών έχει ξεκινήσει μια διαδικασία εκμάθησης και από τη πλευρά των επιχειρήσεων δημιουργούνται επιχειρησιακά οράματα και συνδυάζονται με άλλες πηγές (π.χ. ITU).

Εξατομίκευση

Η εξατομίκευση αναγνωρίζεται ως ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες που καθορίζουν εάν μια κινητή υπηρεσία έχει πιθανότητες να γίνει επιτυχής (βιωσιμότητα). Η εφαρμογή της έννοιας της εξατομίκευσης γίνεται εν μέρει με τη βοήθεια της χρησιμοποίησης των προφίλ. Όλα αυτά τα στοιχεία των προφίλ σημαίνει ότι πρέπει να καταχωρηθούν και να διαχειριστούν με έναν αποδεκτό από το χρήστη τρόπο (η αντιλαμβανόμενη μυστικότητα είναι σημαντική). Συγχρόνως, η ανταλλαγή δεδομένων και η δυνατότητα πρόσβασης δεν πρέπει να περιοριστούν πάρα πολύ προκειμένου να υπάρξουν ελκυστικές και εξατομικευμένες κινητές υπηρεσίες (που προσαρμόζονται στο χρήστη). Κατά συνέπεια, χρειαζόμαστε λύσεις για τα δεδομένα των προφίλ όσον αφορά την αποθήκευση, τη μορφή, την κωδικοποίηση, την ανταλλαγή, τα πρότυπα, και τη διαλειτουργικότητα. Επίσης μια άλλη ανάγκη είναι μια λειτουργία εκμάθησης ώστε να υπάρχει η δυνατότητα δυναμικής προσαρμογής των στοιχείων στις νέες καταστάσεις (θέση, χρόνος, ανάγκες των χρηστών, και ικανότητες δικτύων).

Ένας κοινός τρόπος κατηγοριοποίησης των παραγόντων εξατομίκευσης είναι :

- Παράγοντες χρηστών: εκείνοι οι παράγοντες που αναφέρονται στα συμφέροντα των χρηστών, τα χαρακτηριστικά των προτιμήσεων, συμπεριφοράς χρήσης, και εργασιών
- Παράγοντες πληροφοριών ή περιεχομένου: εκείνοι οι παράγοντες που είναι για τις ιδιότητες των πληροφοριών
- Παράγοντες πλαισίου αναφοράς: όλοι οι παράγοντες που περιβάλουν τις εξατομικευμένες πληροφορίες (π.χ. παρούσα θέση, υλικό, λογισμικό, εφαρμογή δικτυακή γειτονιά, κ.λπ.).

Οι εξατομικευμένες πληροφορίες καταχωρούνται στα προφίλ. Λόγω της φύσης των κινητών υπηρεσιών , μαζεύονται από πολλά συμβαλλόμενα μέρη, καταχωρούνται σε πολλές θέσεις και χρησιμοποιούνται από πολλούς συμμέτοχους. Λόγω αυτής της κατάστασης η αντιληπτή μυστικότητα που είναι ένας σοβαρός παράγοντας για τις κινητές υπηρεσίες και η εμπιστοσύνη, δεν μπορούν να αγνοηθούν στο σχεδιασμό μιας αρχιτεκτονικής υπηρεσιών επόμενης γενεάς.

Συνειδητοποίηση πλαισίου

Ένα απαραίτητο στοιχείο στη παροχή εξατομικευμένων υπηρεσιών είναι η πλαίσιο - συνειδητοποίηση. Οι υπηρεσίες όχι μόνο πρέπει να προσαρμοστούν στις ανάγκες και τις προτιμήσεις του χρήστη, αλλά πρέπει επίσης να γνωρίζουν τη συμπεριφορά του (π.χ., στοιχειώδεις εργασίες, συνήθειες), τη συσκευή και τα χαρακτηριστικά των δικτύων (π.χ. διαθέσιμες διεπαφες, εύρος ζώνης). Επιπλέον, η εξέλιξη των κινητών συσκευών και των δικτύων θα συνοδευθεί από μια αύξηση της συνειδητοποίησης του φυσικού περιβάλλοντος (π.χ., γεωγραφική θέση, περιβαλλοντικοί όροι).
Ένα πρώτο βήμα στην πλαίσιο-συνειδητοποίηση, είναι η εμφάνιση των υπηρεσιών που βασίζονται στη γεωγραφική θέση. Εντούτοις, η θέση είναι μια σχετικά απλή μορφή των βασισμένων στα συμφραζόμενα πληροφοριών. Διάφορες τεχνολογίες αισθητήρων θα περιληφθούν στους κινητούς εξοπλισμούς και τα δίκτυα, οι οποίοι θα μπορούν να αισθάνονται ποιος είναι ο χρήστης, που είναι, ποιες είναι οι περιβαλλοντικές συνθήκες και τι κάνει ο χρήστης. Επιπλέον, το ίδιο το περιβάλλον μπορεί να εφοδιαστεί με αισθητήρες που αντιλαμβάνονται τους χρήστες και επικοινωνούν με τις συσκευές τους. Όλες αυτές οι πληροφορίες μπορούν να χρησιμοποιούνται από μια υπηρεσία για να προσαρμόσει τη λειτουργία της προκειμένου να ενισχυθεί η εμπειρία των χρηστών.
Πολλές συσκευές εκτελούν κάποια μορφή προσαρμογής στο λειτουργικό περιβάλλον τους. Για παράδειγμα, τηλεοπτικές συσκευές που ρυθμίζουν την εικόνα τους σύμφωνα με το περιβαλλοντικό επίπεδο φωτισμού. Διάφορα πρότυπα είναι ήδη διαθέσιμα ή αναπτύσσονται για την ανταλλαγή των πληροφοριών για το περιβάλλον συσκευών και δικτύων. Για τις τερματικές συσκευές, σημαντικά παραδείγματα είναι το πλαίσιο περιγραφής των στοιχείων συμπεριφοράς (Resourse Description Framework-RDF), το σύνθετο πλαίσιο ικανοτήτων / προτιμήσεων (composite capabilities/preferences profile -CC/PP), και πλαίσιο πρακτόρων χρηστών (the user agent profile -UAProf). Για τα δίκτυα, τα παραδείγματα είναι το Open Pluggable Edge Services (OPES), το Content Distribution Internetworking (CDI), και Web Intermediaries (WEBI). Αυτές είναι ομάδες εργασίας του IETF, οι οποίες αναπτύσσουν τα πλαίσια και τα πρότυπα για την επικοινωνία μεταξύ των μεσαζόντων μέσα στο δίκτυο, ειδικά για έλεγχο περιεχομένου και προσαρμογής.

Προσαρμοστικότητα

Στην εξατομίκευση, ουσιαστικός καθοριστικός παράγοντας είναι η παρουσίαση όλων των σχετικών πληροφοριών σε εξατομικευμένο επίπεδο. Αυτό πρέπει να γίνεται αυτόματα, επειδή ο χρήστης και άλλοι συμμέτοχοι δεν θέλουν να ενοχλούνται με τέτοια ζητήματα κατά τη διάρκεια της παροχής κινητής υπηρεσιών. Επομένως, είναι σαφές ότι πρέπει να αναπτυχθούν και να επεκταθούν μηχανισμοί εκμάθησης και ενδιάμεσων οντοτήτων για να εξασφαλίσουν την εξατομίκευση των κινητών υπηρεσιών για τον Ασύρματο Κόσμο του μέλλοντος. Αναπόφευκτα αυτό θα απαιτήσει τη χρήση, την ανάπτυξη και την επέκταση των πιο πρόσφατων τεχνολογιών πρακτόρων.
Για τη πραγματοποίηση ενός πιθανού εξελικτικού συστήματος αυτοματοποιημένης επιλογής πρακτόρων διαπραγμάτευσης απαιτείται :

- Ένα εξελικτικό σύστημα διαχείρισης βάσεων δεδομένων γενετικών αλγορίθμων:
- Κωδικοποίηση της (μετά)-οντολογίας των πρακτόρων συμπεριλαμβανομένων των γλωσσών επικοινωνίας.

- Κωδικοποίηση της συμπεριφοράς πρακτόρων, από την άποψη εφαρμοσμένων κανόνων
- Κωδικοποίηση των περιπτώσεων διαπραγμάτευσης πρακτόρων μαζί με την ποιότητα της υπηρεσίας που γίνεται αντιληπτή από το άτομο ή την ομάδα συμμετοχών (απαραίτητων να παραγάγουν τις σχετικές επαγωγικές δομές για την εκμάθηση).
- Γενετικοί αλγόριθμοι για την εύρεση του καταλληλότερου πράκτορα που θα χρησιμεύσει ως διαβιβαστής του προφίλ και διαπραγματευτής κινητών υπηρεσιών.
- Εμπειρικός προσδιορισμός των προφίλ της ανωτέρω κωδικοποίησης και των γενετικών αλγορίθμων.

Ένα γενικό αυτοματοποιημένο εξελικτικό σύστημα μεσιτειών πρακτόρων θα μπορούσε να κάνει την επόμενη γενιά κινητών υπηρεσιών επιτυχείς με το να καταστήσει την κινητή υπηρεσία λογική, ρητή και τυπικά λειτουργική. Σαν ένα γενικό πλαίσιο διαμόρφωσης πολλών πραιτόρων, μπορεί να εφαρμοστεί η Agent Unified Modelling Language (AUML). Για την ανάπτυξη και την επέκταση των πρακτόρων, είναι διαθέσιμα πολλά περιβάλλοντα, όπως το IKV++'S Grasshopper και το Tryllian.

4.8.5 Ετερογενή δίκτυα επικοινωνίας

Δικτύωση στον Ασύρματο Κόσμο

Στο κόσμο του μέλλοντος, όπως αυτός περιγράφηκε πιο πάνω, υπάρχει μεγάλη ανάγκη για **:**

- Διευκρίνιση της ανάγκης για νέους (όχι TCP/IP) τρόπους μεταφοράς δεδομένων από άκρη σε άκρη.
- QoS από άκρο σε άκρο, σε ένα ετερογενές περιβάλλον δικτύων
- Σχεδιασμός αξιόπιστων πρωτοκόλλων μεταφοράς με εγγυήσεις QoS
- Μετανάστευση των νέων προσεγγίσεων στον κόσμο IP

Μέχρι σήμερα αυτό που έχουμε είναι :

- QoS για ATM που δεν εξετάζουν το υπόστρωμα μεταφορών από άκρο σε άκρο
- QoS για τις περιοχές δικτύων IP (IntServ, DiffServ) που δεν εξετάζουν το υπόστρωμα μεταφορών από άκρο σε άκρο
- Διάφορες προσεγγίσεις για τα από άκρο σε άκρο πρωτόκολλα μεταφορών βασισμένα στη στρατηγική Best Effort (UDP, TCP και οι βελτιώσεις τους, SCTP)
- Λεπτομερής ανάλυση της συμπεριφοράς του TCP στα ετερογενή δίκτυα με και χωρίς ασύρματες συνδέσεις
- Διάφορες προσεγγίσεις για να βελτιώσει την απόδοσή του στα ετερογενή δίκτυα.

Κινητές πλατφόρμες δικτύων

Τα πρόσφατα έτη έχουν φέρει σημαντικές τεχνολογικές προόδους στους τομείς των υπολογιστών παλάμης και των ασύρματων επικοινωνιών, που συνοδεύονται από μια διείσδυση του Διαδικτύου σε όλες τις πτυχές της ζωής μας. Η κινητή πρόσβαση Διαδικτύου είναι σήμερα μόνο ένα μικροσκοπικό

ποσοστό της συνολικής χρήσης του Διαδικτύου. Αναμένεται όμως ότι σύντομα περίπου οι μισοί χρήστες του Διαδικτύου θα χρησιμοποιούν ασύρματη πρόσβαση καθώς ποικίλοι διαφορετικοί ασύρματοι φορείς θα είναι διαθέσιμοι. Αυτή η ανάπτυξη θα προκαλέσει μια νέα γενεά συσκευών πρόσβασης που θα εξοπλίζονται με πολλαπλές διεπαφές πρόσβασης και θα επιτρέπουν την ταυτόχρονη συνδετικότητα με πολλούς παροχείς και τεχνολογίες. Το πρωτόκολλο του Διαδικτύου είχε ως σκοπό αρχικά να διασυνδέσει τα ετερογενή καλωδιακά δίκτυα. Αυτή η ικανότητα του IP κληρονομείται από τη κινητή επέκταση του (Mobile IP) που εστιάζει στα κινητά περιβάλλοντα. Συνεπώς, η βασική τεχνολογία που θα αποτελέσει τη βάση των ενσωματωμένων πλατφορμών δικτύων είναι το πρωτόκολλο Διαδικτύου και οι επεκτάσεις του. Το Mobile IP είναι μια επέκταση στο βασικό σχέδιο πρωτοκόλλου για την κινητή υποστήριξη οικοδεσποτών Διαδικτύου. Το κινητό IP παρέχει λειτουργίες παρόμοιες με το ταχυδρομείο, διαβιβάζοντας την υπηρεσία προκειμένου να παρασχεθεί η συνδετικότητα δικτύων σε περιπλανώμενους κινητούς κόμβους. Με αυτό το τρόπο, είναι δυνατό για ένα κινητό κόμβο να αλλάζει το σημείο σύνδεσής του στο Διαδίκτυο παραμένοντας διαθέσιμος σε μια μόνιμη διεύθυνση Διαδικτύου και χωρίς να πρέπει να διακοπούν οι ενεργές επικοινωνίες.

Η κινητή IP εισάγει νέα κόστη (overhead) όπως το υπόστρωμα δικτύου, η τριγωνική δρομολόγηση και η σηραγγοποίηση (tunneling) ,φέρνοντας νέες προκλήσεις στην παροχή ποιότητας υπηρεσίας (QoS), απόδοσης πρωτοκόλλου καθώς επίσης και της ασφάλειας και της μυστικότητας. Επιπλέον, το Mobile IP δεν παρέχει οποιαδήποτε εγκατάσταση για τη διαχείριση πολλαπλών διεπαφών πρόσβασης. Θεωρείται ότι ένας κινητός κόμβος με πολλαπλά σημεία σύνδεσης στο Διαδίκτυο πρέπει να είναι σε θέση να διακρίνει μεταξύ των δικτύων με τις μεμονωμένες ιδιότητες και να καθορίσει έξυπνα με βάση τη ροή, το πιο κατάλληλο δίκτυο. Ο διαφανής τρόπος με τον οποίο το Mobile IP παρέχει υποστήριξη κινητικότητας στο Διαδίκτυο έχει θεωρηθεί ως ένα από τα σημαντικότερα πλεονεκτήματά του. Σαν αποτέλεσμα αυτής της διαφάνειας, καμία από άλλα πρωτόκολλα ή υποστρώματα δεν πρέπει να αλλαχτούν. Εντούτοις, η μετάβαση από στάσιμα σε κινητά περιβάλλοντα έχει εισαγάγει νέα κόστη λειτουργίας της τεχνολογίας, όπως η ασύρματη απώλεια, ή μεταγωγή (hand-off) που μπορεί να έχουν επιπτώσεις στην απόδοση.

Επιπλέον, η θεμελιώδης υπόθεση της ανεξαρτησίας στρώματος , απαγορεύει την ύπαρξη μιας επικοινωνίας ενδιάμεσων στρωμάτων που να επιτρέψει στα πρωτόκολλα να ανακτήσουν πληροφορίες βασισμένα στις πληροφορίες που αποκτιούνται από άλλα στρώματα. Από αυτό καθορίζεται ότι οι πλατφόρμες ασύρματων δικτύων μπορούν να πραγματοποιηθούν αποτελεσματικά μόνο μέσω της καθιέρωσης μιας επικοινωνίας ενδιάμεσων στρωμάτων.

Βελτιωμένη IP

Μια τάση της εξέλιξης στις ασύρματες επικοινωνίες τοποθετεί τις διάφορες ράδιοτεχνολογίες, όπως 2G, 2.5G, 3G, το ασύρματο τοπικό LAN (WLAN), ασύρματο PAN (WPAN), κλπ, ως μέσο κινητής πρόσβασης στο Διαδίκτυο. Εντούτοις η ολοκλήρωση των τρεχόντων και μελλοντικών ράδιοσυστημάτων με τη βοήθεια βελτιωμένων τεχνολογιών δικτύωσης IP οι οποίες θα επιτρέψουν ένα αληθινά κινητό Διαδίκτυο πέρα από το άτομο , το σπίτι, το αυτοκίνητο, και τους επιχειρηματικούς χώρους είναι μετά τη 3G.

«***Μετά από τη 3G***» είναι μια έννοια που παγιοποιείται στην Ευρώπη, ειδικά στα πλαίσια του 5^{ου} πλαισίου Ευρωπαϊκών προγραμμάτων. Σχετικά προγράμματα είναι τα WINE GLASS, Moby Dick, WSI, κ.λπ. Η ομάδα «System Beyond 3G» και το WWRF είναι τα σημαντικότερα φόρα στα οποία η έννοια μπορεί να

εξερευνηθεί περαιτέρω. Έρευνα απαιτείται ώστε το πρωτόκολλο IP να μπορεί να διαχειριστεί αποδοτικά τη σηματοδοσία και τις ιδιαίτερες διαδικασίες αποκατάστασης των ράδιο-πόρων.
Αν και τα «Μετά το 3G» συστήματα θα επεκταθούν ως δίκτυα IPv6 , το Διαδίκτυο θα παραμείνει κατά ένα μεγάλο μέρος IPv4 για κάποιο χρόνο, εξελισσόμενο βαθμιαία προς IPv6. Κατά συνέπεια, η αποδοτική μετάφραση IPv4 και IPv6 πρέπει να υποστηριχθεί για να διευκολύνει την εξέλιξη προς IPv6.
Σύνολο πρωτοκόλλων Wireless IP, Wireless TCP/IP, Unified QoS

Ένα από τα θέματα που θα εξυπηρετήσει τις ασύρματες εφαρμογές αποτελεσματικά είναι ο καθορισμός ενός βασικού ενοποιημένου συνόλου παραμέτρων ποιότητας υπηρεσιών για ασύρματη πρόσβαση. Διάφορες παράμετροι QoS έχουν καθοριστεί από την κοινότητα IP αλλά χωρίς να λαμβάνεται υπόψη η ιδιομορφία μιας ασύρματης πρόσβασης και ενός κινητού χρήστη. Τρία πρότυπα QoS έχουν καθοριστεί μέχρι στιγμής από το IETF (Internet Task Force) είναι:

- Καλύτερη προσπάθεια
- Ενσωματωμένες υπηρεσίες (IntServ)
- Διαφοροποιημένες υπηρεσίες (DiffServ)

Η καλύτερη προσπάθεια ισχύει όταν δεν καθορίζεται κανένα άλλο QoS. Είναι ένα πολύ απλό πρότυπο όπου όλες οι εφαρμογές λαμβάνουν ένα μερίδιο του διαθέσιμου εύρους ζώνης. Χρησιμοποιείται στα σημερινά δίκτυα IP.
Με το IntServ, μια εφαρμογή στέλνει ένα αίτημα να της δοθεί ένας τύπος υπηρεσίας πριν από την εκπομπή των δεδομένων. Το αίτημα διαχειρίζεται από ένα πρωτόκολλο σηματοδοσίας όπως το RSVP (Resource Reservation Protocol). Η εφαρμογή ενημερώνει το δίκτυο για το σχέδιο ροής . Μόλις το δίκτυο ελέγξει ότι θα μπορούσε να διατηρήσει τους πόρους σύμφωνα με τις ανάγκες της εφαρμογής, στέλνει μια επιβεβαίωση στην εφαρμογή. Κατόπιν η εφαρμογή μπορεί να αρχίσει να στέλνει τα στοιχεία. Είναι ένα προσανατολισμένο στη σύνδεση πρότυπο.
Το DiffServ , σε αντιδιαστολή με το IntServ, δεν χρησιμοποιεί ένα μηχανισμό σηματοδοσίας πριν την αποστολή των στοιχείων. Η σημασία ενός πακέτου, η κατηγορία του, μεταβιβάζεται άμεσα στην IP επιγραφή σε έναν τομέα αποκαλούμενο DSCP (Differentiated Service Code Point). Για κάθε κατηγορία υπηρεσίας, το δίκτυο διαχειρίζεται διάφορες σειρές αναμονής. Τρεις τύποι υπηρεσιών καθορίζονται :

- καλύτερη προσπάθεια (προεπιλογή)
- σίγουρες υπηρεσίες (όπου κάποιο εύρος ζώνης διατηρείται για κάθε κατηγορία)
- επισπευσμένες υπηρεσίες (για τις οποίες κανένα εύρος ζώνης δεν διατηρείται, αλλά των οποίων η μέγιστη καθυστέρηση, jitter και το ποσοστό απώλειας πακέτων μπορούν να διευκρινιστούν).

Η υπάρχουσα τεχνογνωσία δεν είναι αρκετή για να χειριστεί αποδοτικά τη QoS σε ασύρματα κινητά δίκτυα. Είναι σαφές ότι απαιτείται περαιτέρω έρευνα ώστε:

- Να οριστεί μια αποδεκτή ομάδα παραμέτρων QoS.
- Να καθοριστεί μια γενική «IP πάνω από ασύρματο» διεπαφή για να διευκρινίσει τον τρόπο που πρέπει να ανταλλάσσονται οι πληροφορίες μεταξύ της IP και των ράδιο στρωμάτων έτσι ώστε το υπόστρωμα 2 να

μπορεί να επιβάλει την πολιτική QoS σύμφωνα με τα χαρακτηριστικά του.

- Εφαρμογή σε συγκεκριμένα στρώματα σύγκλισης (π.χ. IP πάνω από HiperLAN 2)
- Χαρτογράφηση αυτού του συνόλου παραμέτρων στις παραμέτρους UTRAN QoS
- Επιβολή αυτών των παραμέτρων σε ένα δίκτυο διανομής DVB
- Χαρτογράφηση αυτού του συνόλου παραμέτρων στις παραμέτρους xDSL QoS
- Πρωτόκολλα μεταφορών που επιτρέπουν το χειρισμό QoS από άκρο σε άκρο
- Παροχή μιας νέας υποδοχής που να υποστηρίζει τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα QoS ως διεπαφή για τα πρωτόκολλα εφαρμογής (HTTP, FTP, smtp).

Δίκτυο και Διαχείριση Υπηρεσιών

Η εκρηκτική αύξηση του αριθμού κινητών συνδρομητών και της αυξανόμενης ζήτησής για ευέλικτη πρόσβαση σε διαφορετικές υπηρεσίες και με διαφορετική ποιότητα υπηρεσιών έχει προκαλέσει σημαντική έρευνα στο τομέα των μελλοντικών ασύρματων συστημάτων πρόσβασης, και ειδικά στο UMTS, το IMT-2000, το Mobile Broadband System (MBS) όπως το HiperLAN, και το Digital Broadcasting System (DBS), όπως τα DVB και DAB. **Αυτά τα συστήματα σχηματίζουν αυτό που καλείται ευρέως συστήματα 3G**.
Το όραμα για τον Ασύρματο Κόσμο είναι ότι το UMTS, το Digital Broadcast System και το WLAN θα είναι τρία συνεργαζόμενα και συμπληρωματικά συστατικά. Μέσω αυτής της ολοκληρωμένης υποδομής οι παροχείς θα μπορούν να παρέχουν στους χρήστες αποδοτική (από άποψη κόστους και QoS) ασύρματη πρόσβαση, και τους φορείς παροχής υπηρεσιών με τα μέσα για περίπλοκες υπηρεσίες.
Πρόσφατα προγράμματα του IST δείχνουν την τάση προς τη συνεργασία και την ολοκλήρωση διαφορετικών ράδιο συστημάτων πρόσβασης: το BRAIN προτείνει μια ανοικτή αρχιτεκτονική για να ενσωματώσει το WLAN και το UMTS, το DRIVE αναφέρεται στη σύγκλιση μεταξύ των κυψελοειδών και δικτύων ράδιοφωνικής μετάδοσης, το WINEGLASS ενσωματώνει το UMTS και WLAN από τη προοπτική των χρηστών, το MOBYDICK επικεντρώνεται σε μια κοινή IPv6 δικτυακή αρχιτεκτονική που χειρίζεται τα κινητά και τα WLAN συστήματα, και το MONASIDRE καθορίζει τα πρώτα τμήματα για τη διαχείριση των ετερογενών δικτύων. Επειδή τα δίκτυα IP παραδοσιακά χρησιμοποιούσαν τη μέθοδο «καλύτερη προσπάθεια», η δυνατότητα διαχείρισης δικτύων και υπηρεσιών είναι περιορισμένη στα υπάρχοντα δίκτυα. Όπου χρησιμοποιούνται τα πρωτόκολλα SNMP ή COPS. Ομοίως, η διαχείριση στα δίκτυα τηλεπικοινωνιών χρησιμοποιεί την προσέγγιση TMN (M.30 / ITU-T).
Με την εμφάνιση των δικτύων IP που υποστηρίζουν Ποιότητα Υπηρεσιών, εμφανίστηκε η ανάγκη για νέες τεχνικές διαχείρισης. Το πρότυπο TMN (από τον τηλεπικοινωνιακό) κόσμο είναι ιεραρχικό και λίγο άκαμπτο, δηλ. όχι εύκολα προσαρμόσιμο στον κόσμο του IP. Η έρευνα θα πρέπει να λάβει υπόψη τα διάφορα σενάρια, από το απλούστερο όπου ένας ενιαίος χειριστής είναι κύριος των διάφορων ράδιο τεχνολογιών καθώς επίσης και του κεντρικού IP δικτύου, έως πιο σύνθετα όπου οι διαφορετικές περιοχές IP διαχειρίζονται χωριστά. Ένα

σύστημα διαχείρισης δικτύων και υπηρεσιών για τον ασύρματο κόσμο θα πρέπει να είναι σε θέση:

- Να ελέγξει και να αναλύσει τις απαιτήσεις που προέρχονται από τις υπηρεσίες, (όγκος κυκλοφορίας, επίπεδα κινητικότητας, κ.λπ.), και τα αντίστοιχα στατιστικά απόδοσης των επιπέδων QoS που παρέχονται από στοιχεία των δικτύων της διοικούμενης υποδομής.
- Να αλληλεπιδρά με τους μηχανισμούς παροχής υπηρεσιών των φορέων, ώστε να επιτρέπει στους παροχείς υπηρεσιών να ζητούν δυναμικά την κράτηση (απελευθέρωση, κ.λ.π) πόρων του δικτύων.
- Να εκτελεί δυναμικά επαναδιαμορφώσεις στη συνολική ράδιο-υποδομή συστημάτων πρόσβασης, ως αποτέλεσμα στρατηγικών διαχείρισης πόρων, για το χειρισμό νέων περιβαλλοντικών συνθηκών και των αιτημάτων φορέων παροχής υπηρεσιών, κατά τρόπο οικονομικά αποδοτικό.

Ασφάλεια και μυστικότητα

Ασφάλεια σημαίνει προστασία των πληροφοριών των χρηστών από ζημίες ή αλλαγές και από την άρνηση της υπηρεσίας είτε λόγω τυχαίων είτε λόγω εθελοντικών γεγονότων.

Μυστικότητα σημαίνει ότι τα στοιχεία των χρηστών, η ταυτότητα , η θέση και κάθε άλλη λογική πληροφορία από την άποψη άλλων χρηστών, προστατεύονται όταν δεν υπάρχει συγκεκριμένη άδεια διάβασης του στοιχείου.

Η ασφάλεια πρέπει να αποτελεί ένα κοινό στρώμα σε ολόκληρη την αρχιτεκτονική. Αυτή η προσέγγιση είναι σαφώς διαφορετική από αυτή των κυψελοειδών επικοινωνιών για όλες τις γενεές μέχρι τη τρίτη. Σε μια προσέγγιση με ενιαίο προμηθευτή/ενιαίο μέσο (όπως στα κυψελοειδή δίκτυα σήμερα), η ασφάλεια και η μυστικότητα των χρηστών μπορούν να προστατευθούν με την επιβολή αυστηρών πολιτικών για όλη την δικτυακή υποδομή. Σαφώς αυτή η προσέγγιση είναι απραγματοποίητη όταν εφαρμόζεται σε ένα μοντέλο με πολλαπλούς προμηθευτές (ίσως και κανένα προμηθευτή)/ πολλαπλά μέσα. Όταν δύο χρήστες επικοινωνούν με τη χρησιμοποίηση υπέρυθρων ακτίνων, Bluetooth ή κάποιου άλλου LPD καναλιού, δεν υπάρχει καμία υποδομή, κατά συνέπεια οποιοσδήποτε περιορισμός δεν μπορεί να εφαρμοστεί. Η ασφάλεια και μυστικότητα είναι δύο πτυχές του ίδιου προβλήματος.

Τα μοντέλα ασφάλειας του Ασύρματου Κόσμου θα πρέπει να προστατεύουν το χρήστη ανεξάρτητα από τα hand-off , ακόμη και μεταξύ διαφορετικών καναλιών επικοινωνίας (προμηθευτής, μέσο κλπ).

Η υπάρχουσα τεχνολογία στον τομέα της προστασίας της ασφάλειας και της μυστικότητας δεν είναι ικανοποιητική για το πρότυπο MultiSphere. Ένας «πύρινος τοίχος» στο επίπεδο του PAN μπορεί να προστατεύσει από επιθέσεις αλλά συγχρόνως είναι ένα άχρηστο εμπόδιο όταν είμαστε στο σπίτι, που είναι συνήθως ένα αξιόπιστο και έμπιστο περιβάλλον, ακόμη και από την προοπτική της ιδιωτικότητας και της ασφάλειας των στοιχείων. Αλλά στρώματα προστασίας απαιτούνται για το σπίτι, το αυτοκίνητο, κ.λπ.

Σήμερα όλη η δρομολόγηση πακέτων που γίνεται από τις κυψελοειδείς επιχειρήσεις (π.χ. για το GSM) είναι αόρατη στους χρήστες. Πληροφορίες όπως το κύτταρο που χρησιμοποιείται από το τερματικό του χρήστη κρατούνται κρυφά από την τηλεφωνική επιχείρηση. Υπάρχει κίνδυνος ότι στο μέλλον με μερικούς καταλόγους διευθύνσεων και ένα «*traceroute*» θα είναι δυνατό να

ακολουθηθούν όλες οι κινήσεις ενός χρήστη. Ακόμα και εάν βρεθεί κάποια λύση που να αποτρέπει τους δρομολογητές να αποκαλύπτουν τις ταυτότητές τους ένας εντοπισμός είναι πάντα δυνατός: μερικές συσκευές στο περιβάλλον μπορούν να αφήσουν κάποιες πληροφορίες για τις φορητές συσκευές του χρήστη (π.χ. με τη χρησιμοποίηση ενός αυθόρμητου δικτύου), όπως τα cookies για τους φυλλομετρητές. Αυτά μπορούν να δίνουν μια ένδειξη που περίπου είναι (ή ήταν) ο χρήστης .
Η σύγκλιση στα πρωτόκολλα IP για τις ασύρματες εφαρμογές εγγυάται τη συμβατότητα με υπάρχουσες εφαρμογές, πρωτόκολλα και δίκτυα. Συγχρόνως αυτή η επιλογή εκθέτει τους ασύρματους χρήστες στους ίδιους κινδύνους ασφάλειας όπως μια άμεση σύνδεση με το Διαδίκτυο. Οι υπάρχουσες τεχνολογίες προστασίας (όπως πύρινοι τοίχοι, VPN) δεν μπορούν να εφαρμοστούν άμεσα στον ασύρματο κινητό κόσμο γιατί αυτή η απαίτηση συγκρούεται με την ιδέα της κινητικότητας
Μια άλλη προσέγγιση στην ασφάλεια είναι η έννοια «sandbox». Ο χρήστης καθορίζει ένα σύνολο από πληροφορίες που μπορούν να είναι ορατές από ξένα αιτήματα. Όλες οι ερωτήσεις υπηρεσιών, ο κώδικας ή οι ξένοι πράκτορες δεν μπορούν να έχουν πρόσβαση σε στοιχεία έξω από το «κιβώτιο». Η Java Virtual Machine χρησιμοποιεί sandbox για να προστατεύσει τα στοιχεία χρηστών από την κακόβουλη δράση. Τα Sandbox είναι ασφαλή, εάν ο κώδικας αναπροσαρμοστεί μόλις ανακαλυφθεί μια τρύπα ασφάλειας.
Η πρόκληση είναι να βρεθεί μια ολοκλήρωση μεταξύ των κατανεμημένων αντιπυρικών ζωνών, των sandboxes, και των αυτόματων μεθόδων βελτίωσης λογισμικού ώστε να συντηρεί την ασφάλεια και τη μυστικότητα των προσωπικών στοιχείων των χρηστών.
Η τεχνολογία σήμερα παρέχει δύο διαφορετικές κατηγορίες ασύρματων συσκευών, καμία ολοκλήρωση των υπηρεσιών δεν είναι δυνατή μεταξύ των διαφορετικών κατηγοριών.
Τα δημόσια (ή ιδιωτικά) κυψελοειδή δίκτυα (όλες οι γενεές μέχρι τη τρίτη) παρέχουν συνδετικότητα φωνής και στοιχείων, συνήθως με εικονικά κυκλώματα. Ο χρήστης χρειάζεται ένα τερματικό για να έχει πρόσβαση στο κυψελοειδές δίκτυο, όλα τα προβλήματα τα σχετικά με την ασφάλεια, μυστικότητα, δρομολόγηση, η διαθεσιμότητα, ρυθμίζονται από τον προμηθευτή.
Μικρής εμβέλειας ασύρματες συσκευές. Το Bluetooth, 802.11 και όλες οι παρόμοιες τεχνολογίες παρέχουν δίκτυα γραφείων, σπιτιών ή πανεπιστημιουπόλεων . Η ασφάλεια είναι θέμα του χρήστη, όχι μόνο κατά την έννοια ότι πρέπει να επιλέξει τη σωστή εφαρμογή (π.χ. ο σωστός αριθμός bit κρυπτογράφησης για WEP) αλλά ο χρήστης είναι επίσης αρμόδιος για τη διαμόρφωση που μπορεί να δώσει αναρμόδια πρόσβαση στους υπολογιστές ή την πρόσβαση σε ιδιωτικές πληροφορίες (όπως η θέση του χρήστη μέσα στο τοπικό δίκτυο). Αυτό που απαιτείται να γίνει είναι να καθοριστούν δυο πρότυπα:

- μια γλώσσα/πρωτόκολλο για τη διαλειτουργικότητα και
- μια γραφική διεπαφή για να βοηθήσουν το χρήστη να καθορίσει τις πολιτικές της.

Η έρευνα πρέπει να κινηθεί σε διάφορες κατευθύνσεις, όπως :

- γλώσσες για τους ορισμούς κανόνων
- συνολική πιστοποίηση ασφάλειας όταν διάφορα κανάλια επικοινωνίας είναι σε χρήση
- ενσωμάτωση ενός στρώματος ασφάλειας στο σύστημα
- ισχυρές μέθοδοι επικύρωσης για τις αυτόματες αναπροσαρμογές λογισμικού

- μέθοδοι ανάλυσης αρχείων καταγραφής

Ασύρματοι που διαμορφώνονται μέσω λογισμικού - Software Defined Radio(SDR)

Όπως έχει αναφερθεί και πιο πάνω, η εξέλιξη των τηλεπικοινωνιών στην επόμενη δεκαετία θα χαρακτηριστεί από τη σύγκλιση προς ένα IP βασισμένο δίκτυο κορμού και μια πανταχού παρούσα συνεχή πρόσβαση (2G, 3G, ευρεία ζώνη, ράδιοφωνική μετάδοση, κ.λ.π) σε ένα πλαίσιο ιεραρχικών και αυτοοργανούμενων δικτύων. Το Software Defined Radio (SDR) θα έχει έναν βασικό ρόλο σε αυτήν τη σύγκλιση των δικτύων. Τα τερματικά αυτού του τύπου πρέπει να είναι ικανά να λειτουργούν σε αρκετά διαφορετικά περιβάλλοντα πρόσβασης για να υποστηρίξουν ολόκληρη τη σειρά των διαθέσιμων εφαρμογών για τις συγκεκριμένες συσκευές στα ετερογενή δίκτυα. Τα κύρια ζητήματα που πρέπει να λυθούν για το SDR και τους επαναδιαμορφουμενους εξοπλισμούς μετά την 3G είναι:

- Επιχειρησιακά πρότυπα,
- Ρυθμιστικά και νομικά ζητήματα,
- Προοπτικές χρηστών και χειριστών,
- Ράδιο διαχείριση πόρων και φάσματος,
- ζητήματα επιπέδου συστημάτων και ολοκλήρωση των επαναδιαμορφούμενων εξοπλισμών SDR μέσα και πέρα από τα συστήματα 3G

<u>Απαιτούμενες τεχνολογίες.</u>

Η έρευνα για το SDR γίνεται σε τρεις κύριες ερευνητικές περιοχές:

- Υψηλού επιπέδου έρευνα συστημάτων,
- Έρευνα αρχιτεκτονικής HW και
- Έρευνα αρχιτεκτονικών λογισμικού .

1. <u>Η Υψηλού επιπέδου έρευνα</u> συστημάτων SDR περιλαμβάνει :

- Παροχή των κύριων εννοιολογικών στοιχείων για τις έρευνες λογισμικού και υλικού, σχετικά με τις τεχνικές απαιτήσεις που προέρχονται από διαφορετικά υπάρχοντα και μελλοντικά πρότυπα, από το φυσικό στο στρώμα εφαρμογής. Αυτό θα εγγυηθεί το χαρακτηριστικό «των ανοικτών πλατφορμών» των μελλοντικών εξοπλισμών SDR,
- Εξασφάλιση της συνοχή της γενικής έρευνας SDR, με τη σύνδεση και την ανάπτυξη των συμπράξεων μεταξύ δύο διαφορετικών περιοχών HW και Sw.
- Ανάπτυξη ομοιογενών εξοπλισμών SDR , που στηρίζονται στις τεχνολογικές πληροφορίες που προέρχονται από τις περιοχές HW και SW.

Το TRUST ασχολείται με την έρευνα για το SDR και η σημαντική εστίαση είναι στην επαναδιαμόρφωση των τερματικών συσκευών, ακολουθώντας μια προσέγγιση από πάνω προς τα κάτω.

2. <u>Αρχιτεκτονική υλικού SDR</u>

Τα κινητά συστήματα ράδιοεπικοινωνίας μετά τη 3G θα ενσωματώνουν ποικίλα ασύρματα δίκτυα πρόσβασης σε μια κοινή δομή που θα καλύπτει τα 3ης γενιάς WCDMA κυψελοειδή κινητά συστήματα, τα ευρείας ζώνης ράδιο LAN (OFDM) όπως το IEEE 802.11a και Hiperlan-2, και τα προσωπικά δίκτυα όπως το Bluetooth. Οι χρήστες θα ωφεληθούν μόνο ένα είναι εξοπλισμένοι με ένα κινητό τερματικό ικανό να λειτουργεί σε αρκετά ή όλα τα διαφορετικά περιβάλλοντα πρόσβασης. Ο συνδυασμός ανόμοιων και σύνθετων σχεδίων πρόσβασης καθώς και τεχνικών μετάδοσης σε μια ενιαία συσκευή, απαιτεί μια επαναδιαμορφούμενη και προγραμματιζόμενη, αυτό που αποκαλείται Software Defined Radio (SDR). Η αρχιτεκτονική του εξοπλισμού SDR πρέπει να είναι αρκετά γενική για να υποστηρίξει αυτές τις διαφορετικές ράδιο τεχνολογίες πρόσβασης, που ορίζονται διαφορετικά στη ζώνη συχνότητας, το εύρος ζώνης καναλιών, το τρόπο διαμόρφωσης, το φάσμα εξόδου RF, τη γραμμικότητα, κ.λπ. Η εφαρμογή ενός SDR με προγραμματιζόμενα ψηφιακά κυκλώματα δεν είναι εφικτή σήμερα, επειδή η δύναμη επεξεργασίας δεν είναι ικανοποιητική. Προσομοιώνοντας τη λειτουργία του ψηφιακού υλικού από το λογισμικό, το τμήμα RF του UMTS θα απαιτούσε μια δύναμη επεξεργασίας 10.000 GIPS (Giga Instructions/Second). Αυτό είναι πολύ περισσότερο από τα 20 GIPS που προσφέρεται από τα τρέχοντα ASICs (Application Specific Integrated Circuit).

Εντούτοις, λόγω της τεχνολογικής ώθησης, η ταχύτητα των επεξεργαστών διπλασιάζεται σχεδόν κάθε τρία έτη και η πυκνότητα ολοκλήρωσης αυξάνεται επίσης εκθετικά. Έτσι ,τα αναλογικά κυκλώματα θα αντικατασταθούν από τα ψηφιακά κυκλώματα και τελικά από το λογισμικό που θα τρέχει σε επεξεργαστές ψηφιακών σημάτων (Digital Signal Processor -DSP) και ενσωματωμένους ελεγκτές. Η μερίδα των συστατικών λογισμικού ή firmware αυξάνεται συνεχώς και πρόκειται να αντικαταστήσει σύντομα τις προσανατολισμένες προς το υλικό μικροηλεκτρονικές αρχιτεκτονικές.



Αυτό θα μετατοπίσει το υλικό και το λογισμικό προς την κεραία, με αύξηση της δύναμης επεξεργασίας των μελλοντικών ψηφιακών επεξεργαστών. Επιπλέον, πολύ σύντομα το πλήρες σύνολο λειτουργιών επεξεργασίας και ελέγχου ψηφιακού σήματος που απαιτούνται για έναν προηγμένο κυψελοειδή ή ράδιο πομποδέκτη ενός τοπικού LAN θα μπορεί να εφαρμοστεί σε ένα ενιαίο τσιπ.
Καμία ψηφιακή λύση για το τμήμα RF δεν είναι διαθέσιμη ακόμα, γιαυτο υπάρχει ανάγκη έρευνας για ένα αναλογικό, ελεγχόμενο με παραμέτρους, τμήμα (front end) ράδιοσυχνότητας.
Οι στόχοι ενός τέτοιου ερευνητικού προγράμματος μπορούν να απαριθμηθούν ως εξής:

- Καθορισμός μιας εύκαμπτης και αποδοτικής αρχιτεκτονικής υλικού για ένα SDR, το οποίο θα μπορεί :
  - Να εκτελεί ασύρματα συστήματα επικοινωνιών πέρα από 3G
  - Να προσαρμόζεται στην εξέλιξη της μικροηλεκτρονικής τεχνολογίας κυκλωμάτων.
- Στρατηγική για τμηματοποιημένη διεπαφη υλικού/λογισμικού προσαρμοστική στην εξέλιξη της μικροηλεκτρονικής,
- Ανάπτυξη μιας τμηματικής δομής για μια εύκαμπτη κατασκευή SDR με:
- Επαναδιαμορφούμενο μπροστινό τμήμα RF και αναλογική βασική ζώνη
- Επαναδιαμορφούμενο ψηφιακή βασική ζώνη, και
- Επαναπρογραμματιζομενες μηχανές επεξεργασίας και ελέγχου ψηφιακού σήματος.

Το παρακάτω σχήμα δείχνει τις δομικές μονάδες μιας λειτουργίας SDR. Η λειτουργικότητα μπορεί να χωριστεί σε ένα επαναδιαμορφουμενο αναλογικό ράδιο (μπροστινό) τμήμα και προγραμματίσημο ψηφιακό μέρος. Το αναλογικό μέρος αποτελείται από τις κεραίες, τον ενισχυτή ισχύος (PA), το χαμηλού θορύβου ενισχυτή (LNA), τους αναμίκτες, τα φίλτρα, και τον ευρείας ζώνης αναλογικό σε ψηφιακό/ψηφιακό σε αναλογικό μετατροπέα (ADC/DAC). Το ψηφιακό μέρος είναι προγραμματίσημο και αποτελείται από διάφορους πυρήνες υλικού, DSPs και ενσωματωμένο ελεγκτή(ες). Ανάλογα με την επιλεγμένη ασύρματη πρόσβαση , διάφοροι πυρήνες ASIC ανάβουν και σβήνουν, και το λογισμικό μεταφορτώνεται για την εκτέλεση στους πυρήνες DSP και τον ενσωματωμένο ελεγκτή.

Οι πυρήνες υλικού χρησιμοποιούνται συνήθως για μετατροπή επάνω/κάτω, την παρεμβολή, φιλτράρισμα κ.λπ., ενώ οι πυρήνες DSP χρησιμοποιούνται για τις ψηφιακές λειτουργίες βασικών ζωνών, π.χ., διαμόρφωση, κωδικοποίηση, και ανίχνευση. Ο ενσωματωμένος ελεγκτής εκτελεί το λογισμικό πρωτοκόλλου και ελέγχου, ενώ η ενότητα I/O ανταλλάσσει δεδομένα σε υψηλό ρυθμό με το χρήστη των υπηρεσιών.

4.8.6 Φάσμα, Νέες Ασύρματες Διεπαφές και Ad-hoc Δίκτυα

Φασματική Συνύπαρξη συστημάτων TDMA/FDMA και CDMA

Τα περισσότερα από τα ευρείας ζώνης συστήματα 3G χρησιμοποιούν το CDMA ως μέθοδο πολλαπλής προσπέλασης, π.χ. UMTS, TD-SCDMA, και

CDMA2000. Επιπλέον, μερικά συστήματα IMT-2000 χρησιμοποιούν TDMA ή FDMA ή και τα δύο ως μέθοδο πολλαπλής προσπέλασης, π.χ. UWC - 136/GSM EDGE, και COFDMA, είναι υπό συζήτηση για να ενσωματωθούν με συστήματα 3G. Τα συστήματα CDMA, εξ αιτίας του κέρδους διάδοσης (spreading), είναι σε θέση να καταστείλουν παρεμβολές περιορισμένης ζώνης και τα περιορισμένης ζώνης συστήματα TDMA θα μπορούσαν να επηρεαστούν μόνο ως ένα βαθμό από τα συστήματα CDMA που συνυπάρχουν στην ίδια ζώνη εξαρτώμενα από την πυκνότητα χρήσης φάσματος.
Τα συστήματα CDMA χρησιμοποιούν μεθόδους μετάδοσης για να διαδώσουν ένα περιορισμένης ζώνης σήμα σε ένα ευρείας ζώνης σήμα. Καθώς η διαδικασία μετάδοσης δεν αλλάζει την ισχύ του σήματος, η φασματική πυκνότητα ισχύος του σήματος διάδοσης είναι χαμηλότερη από τη πυκνότητα ισχύος του περιορισμένης ζώνης σήματος.
Το περιορισμένης ζώνης χρήσιμο σήμα απλώνεται, και διαβιβάζεται πάνω από ένα κανάλι ευρείας ζώνης δέκτη. Τυπικά, τα συστήματα CDMA δεν χρειάζονται τμηματοποίηση (clustering), δηλ. η ίδια συχνότητα μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε όλα τα κελιά .
Όπως φαίνεται από την **Σφάλμα! Το αρχείο προέλευσης της αναφοράς δεν βρέθηκε.**, η αντίστροφη διαδικασία στο δέκτη CDMA λειτουργεί ως διαδικασία απλώματος (spreading) για τα περιορισμένης ζώνης παρεμβαλοντα σήματα. Από την άποψη της συνύπαρξης των συστημάτων TDMA/FDMA και CDMA, τα περιορισμένης ζώνης κανάλια FDMA ενεργούν σαν περιορισμένης ζώνης παρεμβολεις για το σύστημα CDMA εάν υπάρχουν στην ίδια ζώνη συχνότητας με το μεταφορέα του CDMA.

Η εικόνα 54 παρουσιάζει ένα παράδειγμα χρήσης φάσματος εάν ένα TDMA και ένα CDMA σύστημα χρησιμοποιούν συγχρόνως την ίδια ζώνη συχνότητας. Λόγω της τμηματοποίησης (clustering) στο σύστημα TDMA μόνο μερικά από τα κανάλια συχνότητας του TDMA χρησιμοποιούνται σε ένα TDMA κύτταρο ενώ ολόκληρο το ευρείας ζώνης κανάλι συχνότητας χρησιμοποιείται στο σύστημα CDMA σε όλα τα κύτταρα. Από την άποψη του συστήματος TDMA, το σύστημα CDMA δρα όπως έναν παρεμβολέας θορύβου με χαμηλή φασματική πυκνότητα ισχύος. Το φίλτρο του δέκτη στο δέκτη TDMA θα σιγουρευτεί ότι το παρεμβολών σήμα θα παραληφθεί μόνο στο στενό εύρος ζώνης του συστήματος TDMA. Κατά συνέπεια, μόνο ένα μικρό μέρος της παρεμβολής που προέρχεται από το CDMA θα παραληφθεί.

Από την άποψη του συστήματος CDMA, το σύστημα TDMA δρα όπως ένας παρεμβολέας περιορισμένης ζώνης ο οποίος απλώνεται στο δέκτη του συστήματος CDMA σαν ένας θόρυβος ευρείας ζώνης, ενώ το χρήσιμο σήμα απλώνεται σε ένα περιορισμένης ζώνης σήμα με ισχύ υψηλής φασματικής πυκνότητας. Επιπλέον, λόγω της τμηματοποίησης στο σύστημα TDMA/FDMA, μόνο ένα μέρος των περιορισμένης ζώνης καναλιών χρησιμοποιούνται σε ένα κύτταρο και έτσι δρουν σαν παρεμβολεις. Η προτεινόμενη επικάλυψη των συστημάτων εμφανίζεται ελπιδοφόρος και για το υπάρχουσες ζώνες GSM, όπου ένα CDMA μπορεί να βελτιώσει την χωρητικότητα.
Αξίζει να σημειωθεί ότι το CDMA έχει βρεθεί να είναι ανθεκτικό στις παρεμβολές (είναι σε θέση να επιζήσει κάτω από δυνατή παρεμβολή στενής ζώνης. Αυτή η δυνατότητα δεν χρησιμοποιείται στα τρέχοντα συστήματα 3G CDMA, μιας και θα ήταν απαραίτητο ολόκληρο το φάσμα στις αστικές περιοχές

υψηλής πυκνότητας, για να προσφέρει την απαραίτητη χωρητικότητα για την κυκλοφορία και τη ποιότητα, μιας και οι ζώνες που χρησιμοποιούνται ορίζονται αποκλειστικά και δεν υπάρχει παρεμβολή. Η δυνατότητα του CDMA να λειτουργεί κάτω από παρεμβολείς περιορισμένης ζώνης, επανερμηνεύεται εδώ ως λειτουργία κάτω από συνύπαρξη ενός TDMA συστήματος (π.χ GSM/(E)GPRS) που χρησιμοποιεί μερικά περιορισμένης ζώνης (200 kHz) κανάλια στη ζώνη των 5 MHz που έχει καθοριστεί , για το π.χ UMTS.

Κανόνες διαμοιρασμού φάσματος

Η ασυντόνιστη λειτουργία των ράδιο συστημάτων που συνυπάρχουν στο μέσα στις ζώνες ISM (π.χ., 2,4 GHz) έχει επεκταθεί και στη ζώνη των 5 έως 6 GHz σε απαλλαγμένες από άδεια ζώνες, 300 MHz για το U-NII από την FCC , 445 MHz για το HiperLAN από το CEPT και 100 MHz για το MMAC στην Ιαπωνία, αντίστοιχα. Τα συστήματα HiperLAN/2 στα 5 GHz, είναι μια διαφανής ασύρματη επέκταση των ATM, UMTS, IEEE 1394, και IP δικτύων προς τα ασύρματα τερματικά και στοχεύουν να υποστηρίξουν ποιότητα υπηρεσιών (QoS) όπως είναι γνωστή από τα σταθερά δίκτυα του ATM. Το IEEE 802.11a λειτουργεί στα 5 GHz περιέχει το PCF επιτρέποντας την υποστήριξη QoS ως ένα ορισμένο βαθμό. Παρόλα αυτά δεν υπάρχει καμιά μέθοδος που να μπορεί να εγγυηθεί τη δικαιοσύνη στη χρήση του φάσματος μεταξύ συστημάτων και πώς να επιτρέψει σε μεμονωμένα συστήματα να εγγυηθούν ένα QoS σε μια σύνοδο επικοινωνιών.

Τα επόμενα συστήματα θα χρησιμοποιήσουν υψηλής ζώνης κανάλια , και μπορεί να πρέπει να χρησιμοποιούν ζώνες συχνότητας που είναι εξαπλωμένες σε διάφορες περιοχές που είναι αρκετά καθαρές από παρεμβολές. Επιπλέον, για να επιτρέψει στα συστήματα να μοιραστούν το φάσμα με τα προσεχή ή υπάρχοντα συστήματα, τα νέα συστήματα πρέπει να είναι σε θέση να επιζήσουν μέσα ακραίες καταστάσεις φορτίων όπου μόνο ένα περιορισμένο μέρος του ελεύθερου φάσματος είναι διαθέσιμο για το απαραίτητο QoS.

Η ομάδα «5GHz Industry Advisory Group[18]» έχει αναλάβει να εναρμονίσει την αλληλεπίδραση και έχει εξετάσει επίσης τη λειτουργία των διαφορετικών προτύπων WLAN που λειτουργούν στο ίδιο φάσμα. Τα μέχρι τώρα αποτελέσματα δεν είναι πολύ Πειστικά για να λυθούν τα προβλήματα της ασυντόνιστης συνύπαρξης

Οι Κανόνες Διαμοίρασης Συχνοτήτων (Frequency Sharing Rules -FSR) πρέπει να καθορίσουν τη συνύπαρξη διαφορετικών ράδιο πρότυπων στο ίδιο φάσμα.

Μιας και τα προσεχή ad-hoc σταθερά δίκτυα θα λειτουργούν χωρίς συγχρονισμό με άλλα συστήματα που θα λειτουργούν στην εγγύτητά τους, π.χ., HiperLAN/2, IEEE 802.11a , τα συστήματα πρέπει να προστατευθούν το ένα από το άλλο, και ενάντια στη παρεμβολή εκτός προτύπων. Χωρίς μέτρα υποστήριξης , οποιοδήποτε σύστημα θα είναι εγωιστικό και θα προσπαθεί να πάρει όσο το δυνατόν περισσοτέρους ράδιο πόρους (εάν απαιτείται από το χρήστη του τερματικού) και όλα τα άλλα συστήματα θα ερμηνεύονται ως ανταγωνιστές. Απαιτούνται οι στρατηγικές για να επιτρέψουν σε ένα σύστημα να επιζήσει κάτω από ακραίες καταστάσεις φορτίων φάσματος με την απαραίτητη ποιότητα υπηρεσίας που απαιτείται.

---

18 http://www.Microsoft.com/hwdev/wireless/5GHz.htm

Διάθεση Φάσματος Για Κινητές Ασύρματες Επικοινωνίες

Σήμερα, είναι διαθέσιμες πολλές Τεχνολογίες Ράδιο Πρόσβασης (Radio Access Technologies-RAT) μέσω διαφορετικών συστημάτων όπως κυψελοειδής (GSM, UMTS…), ράδιοτηλεοπτική μετάδοση (DVB-T), WLAN (Hiperlan/2, IEEE 802.11), και PAN (Bluetooth). Κάθε ένα από τα συστήματα έχει σχεδιαστεί αρχικά για συγκεκριμένες υπηρεσίες και εφαρμογές σε ήδη λειτουργούσες περιοχές. Το SDR αντιπροσωπεύει το μέσο για να επιτευχθεί πλήρης διαλειτουργικότητα μεταξύ όλων των τεχνολογιών. Εντούτοις, για να μεγιστοποιηθούν τα οφέλη που συνδέονται με την τεχνολογία SDR, απαιτείται περισσότερη ευελιξία στους τρέχοντες διοικητικούς κανόνες φάσματος και οι πρακτικές πρέπει να εξελιχθούν παράλληλα με την τεχνολογική εξέλιξη.

Το ITU-R WP8F συζητά αυτήν την περίοδο την εφαρμογή και τη χρήση του φάσματος που προσδιορίζεται από το WARC-92 και WRC-2000 για τα μέλη του IMT-2000 για να προχωρήσει σε συστάσεις για τις εθνικές αρχές κανονισμού ράδιοσυχνοτήτων.

Η υπό συζήτηση συχνότητες δεν είναι διεθνώς διαθέσιμες για το IMT2000. Μια συνέπεια αυτού είναι η απαίτηση για πολλαπλής ζώνης και πολλαπλού τρόπου τερματικά. *Σύμφωνα με την άποψη του UMTS Forum το φάσμα που διατίθεται για τα συστήματα 3G δεν είναι επαρκές για να επιτρέψει την οικονομικά αποδοτική παροχή των προβλεπόμενων υπηρεσιών πολυμέσων* . Η **Σφάλμα! Το αρχείο προέλευσης της αναφοράς δεν βρέθηκε.**δίνει μια επισκόπηση στις ζώνες συχνότητας που προσδιορίζονται από το WARC-92 και από το WRC-2000 για τα συστήματα IMT-200. Οι ζώνες που παρουσιάζονται δεν είναι διαθέσιμες σε όλες τις περιοχές διεθνώς.

Η ζώνη IMT-2000 από 2500 έως 2690 MHz (αφιερωμένη στις επίγειες ράδιο υπηρεσίες), στη περιοχή από 2520 έως 2670 MHz δεν είναι διαθέσιμη σε μερικές χώρες της Ασίας και στη Βόρεια Αμερική. Αυτή η ζώνη θα είναι διαθέσιμη σε πολλές χώρες μεταξύ των ετών 2005 και 2010, π.χ., στη Γερμανία η ζώνη θα είναι διαθέσιμη από τον Ιανουάριο του 2008.

Οι ζώνες συχνότητας σε χρήση σήμερα για τις κινητές ράδιο υπηρεσίες δεύτερης γενεάς, π.χ., 806 -960 (GSM900) και 1710 - 1885 MHz (GSM1800) MHz εξαρτώνται από την περιοχή και τη χώρα. Οι νέες αναθέσεις αυτών των ζωνών θα είναι δυνατές στη Γερμανία από το έτος 2015.Το μεγαλύτερο μέρος του φάσματος που διατίθεται στις κινητές υπηρεσίες χρησιμοποιείται με Frequency Duplex Division – FDD, ενώ οι ασυμμετρικές υπηρεσίες πολυμέσων που θα αναπτυχθούν θα χρησιμοποιούν Time Dublex Division –TDD. Όσο ψηλότερος ο ρυθμός μετάδοσης μιας υπηρεσίας τόσο υψηλότερη είναι η αναμενόμενη ασυμμετρία της χρήσης των ανιουσών και κατιουσών συνδέσεων, κάνοντας την κατιούσα σύνδεση ένα σημείο συμφόρησης στα συστήματα IMT 2000.

Από τη Λεπτομερικη Έρευνα Φάσματος (DSI) Φάση III (862-3400 MHz) του ERO τον Ιούλιο του 1998, (http://www.ero.dk/eroweb/DSIinfo.html) προκύπτει ότι στο σταθερό δίκτυο, **το σχετικό φορτίο από τα δεδομένα έχει υπερβεί αυτό της φωνής ήδη από το 1998,** μια εξέλιξη που οι

εμπειρογνώμονες αναμένουν να συμβεί στα ασύρματα και κινητά ράδιο δίκτυα μερικά χρόνια αργότερα

Το Green Paper on Radio Spectrum Policy (ΕΚ, Βρυξέλλες, COM 09-12-98) διακρίνει :

- πέντε τομείς και δραστηριότητες
  - Τηλεπικοινωνίες
  - Ράδιοφωνική αναμετάδοση
  - Μεταφορά
  - Κυβέρνηση (άμυνα, έκτακτη ανάγκη, επιβολή νόμου, διαστημική επιστήμη, εφαρμογές κάτω από διεθνείς υποχρεώσεις)
  - Έρευνα & ανάπτυξη
- τρία μέρη του φάσματος
  - 9 kHz - 1 GHz 29%,
  - 1 GHz - 3 GHz 31%,
  - 3 GHz - 30 GHz 38%.

Η παρακάτω εικόνα δίνει ένα παράδειγμα της προτεινόμενης διανομής του φάσματος που αποδίδεται στην αμυντική κοινότητα προς χρήση και από τους παροχείς ράδιο υπηρεσιών , δεδομένου ότι η αμυντική κοινότητα δεν έχει καμία τρέχουσα ανάγκη να χρησιμοποιήσει η ίδια τη ζώνη, π.χ., για επιχειρήσεις. Η κοινή ζώνη 1260 - 1340 MHz μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ζώνη FDD ή ως καθαρή κατιούσα σύνδεση.

Σενάριο Συνύπαρξης Φάσματος (Co- Farming)

Οι ράδιοτηλεοπτικοί παροχείς έχουν πάρει υπερβολικό φάσμα συχνοτήτων ήδη από τη δεκαετία του '40, σύμφωνα με τις οδηγίες του ITU-R και του WARC για τη λειτουργία αναλογικών συστημάτων μετάδοσης:

- Περιοχή I : 47-68 MHz (21 MHz)
- Περιοχή III : 174-230 MHz (56 MHz)
- Περιοχή IV/V : 470-863 MHz (412 MHz)

Μερικά κανάλια από αυτές τις ζώνες, σύμφωνα με εθνικές αποφάσεις, δεν είναι διαθέσιμα σε μερικές ευρωπαϊκές χώρες. Είναι προφανές σήμερα ότι οι παροχείς ράδιοτηλεοπτικών υπηρεσιών δεν είναι ικανοί να χρησιμοποιήσουν όλο το φάσμα αποτελεσματικά: Σε πολλές περιοχές μιας χώρας, ειδικά έξω από τις πόλεις, μεγάλα μέρη του φάσματος δεν χρησιμοποιούνται. Αυτό το φάσμα είναι ιδιαίτερα χρήσιμο για τις κινητές ράδιο υπηρεσίες στις αγροτικές περιοχές. Το φάσμα χορηγείται σε πολλές χώρες σχεδόν δωρεάν, στερώντας οποιοδήποτε κίνητρο για αποδοτική χρήση .
Δεδομένου ότι απαιτείται πολύ περισσότερο φάσμα για τις κινητές ράδιουπηρεσίες υψηλού ρυθμού δεδομένων, πρέπει να αναπτυχθούν κίνητρα για να παρακινήσουν τους παροχείς να κάνουν αποδοτικότερη χρήση του φάσματός τους, και με αυτόν τον τρόπο ελευθερώνοντας το φάσμα για νέες χρήσεις.

Η κατανομή φάσματος για τις τηλεοπτικές υπηρεσίες μεταξύ 470 και 863 MHz, θα επανεξεταστεί το 2006 από το WRC για τα έτη μετά το 2010. Το πλάτος του τηλεοπτικού καναλιού είναι 8 MHz και ταιριάζει για να φιλοξενεί ένα από τα δύο κανάλια του UMTS. Το παρακάτω σχήμα απεικονίζει για παράδειγμα τη χρήση φάσματος στη Γερμανία, όπου τα κανάλια από 814-838 MHz (που χρησιμοποιούνται για λόγους άμυνας) χρησιμοποιούνται για την πειραματική μετάδοση με τα νέα πρότυπα DVB-T.

Σενάρια για χρήση φάσματος στη Γερμανία (μετά το 2010)

Η **Σφάλμα! Το αρχείο προέλευσης της αναφοράς δεν βρέθηκε.** δείχνει ότι σε μια δεδομένη περιοχή και κατά τη διάρκεια του χρόνου, διαφορετικοί αριθμοί καναλιών τηλεόρασης μπορούν να χρησιμοποιηθούν για κυψελοειδή κινητή ράδιοσυνδεση, ανάλογα με τις ανάγκες των τηλεοπτικών παροχέων.

Η τρέχουσα κατανομή φάσματος είναι βασισμένη στις αφιερωμένες ζώνες συχνότητας (με άδεια ή χωρίς) που συνδέονται με συγκεκριμένο RAT. Το πρόγραμμα TRUST έχει αρχίσει την έρευνα για την ευέλικτη κατανομή φάσματος, διαφανώς για το χρήστη, και σε σχέση με τις ικανότητες αναδιαμόρφωσης των τερματικών SDR. Αυτό που γίνεται, είναι, κρατώντας το διατιθέμενο εύρος ζώνης φάσματος ανά RAT σταθερό αλλά συσχετίζοντας τη λειτουργία των RAT και διαχειριζοντας τους ράδιο πόρους (κώδικες, slots και μεταφορείς συχνότητας) με έναν κοινό τρόπο.
Η αποδοτικότητα φάσματος δεν προβλέπεται να είναι συνδεμένη με ένα δεδομένο RAT αλλά συνολικά, εξετάζοντας όλα τα διαθέσιμο RAT. Η έρευνα οδήγησε στην εστίαση σε μια πλατφόρμα προσομοίωσης UMTS, το RAT1 και RAT2 (UMTS TDD και FDD RAT), και τα δύο RAT ανήκουν στον ίδιο παροχέα. Αυτή η μελέτη του TRUST είναι το πρώτο βήμα σε μια φιλόδοξη προσέγγιση που συνίσταται στο τελικό στάδιο στη συνεργασία και διαμοίραση φάσματος μεταξύ των παροχέων , με το τελικό αποτέλεσμα να είναι μια μεγιστοποίηση της αποδοτικότητας φάσματος . Ο λόγος για την πρόταση είναι ότι και στις ένοπλες δυνάμεις και τα σώματα ασφαλείας και στους ράδιοτηλεοπτικούς οργανισμούς χορηγούνται υπερβολικά τμήματα του φάσματος συχνοτήτων που θα ήταν κατάλληλο για τους παροχείς κυψελωτων υπηρεσιών να επεκτείνουν τις υπάρχουσες υπηρεσίες τους.
Απαιτείται μια σε βάθος έρευνα για τη δυνατότητα πραγματοποίησης της κοινής χρόνο-χρήσης, του φάσματος που αποδίδεται από το WRC, το NATO, την ΕΚ, και τις εθνικές κυβερνήσεις στην αμυντική κοινότητα και στους παροχεις. Υπό ποιους όρους μπορούν οι παροχείς κυψελοειδών υπηρεσιών να χρησιμοποιούν τις ζώνες και ποια είναι τα κίνητρα για τους τρέχοντες κατόχους άδειας για να ανοίξουν το φάσμα τους για εμπορική χρήση από τους κινητούς χειριστές. Πρέπει να προσδιοριστούν οι υποψήφιες ζώνες ,η δυνατότητα

πραγματοποίησης της προτεινόμενης συνύπαρξης , οι εμπορικές και ανταγωνιστικές πτυχές, οι απόψεις των ρυθμιστών και τα εμπορικά πρότυπα που θα παρακινούν τους παροχείς ράδιουπηρεσιων και τα μέλη της αμυντικής κοινότητας να προσφέρουν τις ζώνες για την κοινή χρήση .
Τα κύρια ερευνητικά θέματα αυτής της έρευνας είναι τα ακόλουθα:

- συνύπαρξη στο φάσμα, όπου δύο χειριστές συμφωνούν να μοιραστούν μια δεδομένη ζώνη συχνότητας, εναλλασσόμενοι χρονικά για τις διαφορετικές ράδιο υπηρεσίες υπό προκαθορισμένους όρους
- συνλειτουργια , όπου δύο οργανισμοί συμφωνούν να παρέχουν μέρη του φάσματός τους για να χρησιμοποιηθούν με έναν τρόπο ώστε μια νέα ράδιο υπηρεσία να μπορεί να υπάρξει και από τους δύο από κοινού.
- Διαχείριση φάσματος για την ασύμμετρη κυκλοφορία και λύσεις που θα κάνουν το SDR να μεγιστοποιήσει την απόδοση ασυμμετρίας,
- Διασυστημική μέτρηση μεταγωγής και κριτήρια, για τεχνολογίες RATs όπως UMTS/FDD, UMTS/TDD, GSM, TDD χωρίς άδεια, WLAN (Hiperlan/2), PAN (Bluetooth), και χρήση της ράδιοφωνικής μετάδοσης στα κυψελοειδή συστήματα,
- Ευέλικτη κατανομή φάσματος και σχεδιασμός λύσεων διαμοίρασης φάσματος μεταξύ των χειριστών,
- Ευέλικτη κατανομή φάσματος σε ένα πλαίσιο επαναδιαμορφουμενου εξοπλισμού και αυτόματης οργάνωσης δικτύων.

Συστοιχίες κεραιών

Οι μελλοντικές κινητές και ασύρματες εφαρμογές θα απαιτήσουν σημαντικά υψηλότερους ρυθμούς μετάδοσης δεδομένων και σημαντικά μειωμένες δαπάνες ανά διαβιβασθέν κομμάτι (Bit) σε σύγκριση με αυτές της 3ης γενιάς. Αυτές οι απαιτήσεις για ρυθμό δεδομένων , ποιότητα συνδέσεων, φασματική αποτελεσματικότητα, και κινητικότητα δεν μπορούν να καλυφθούν με τα συμβατικά συστήματα κεραιών. Επομένως, οι σειρές κεραιών πρέπει να χρησιμοποιηθούν τουλάχιστον από την πλευρά των σταθμών βάσεων. Με αυτόν τον τρόπο, μπορεί να υλοποιηθεί προς τον κάθε ένα χρήστη ξεχωριστά ένα αυξανόμενο κέρδος κεραιών ή/και ένα αυξανόμενο κέρδος ποικιλομορφίας. Συγχρόνως, θα υπάρχει μικρότερη παρεμβολή από τις άλλες κατευθύνσεις). Ως εκ τούτου, μπορούν να φιλοξενηθούν από το σύστημα περισσότεροι χρήστες.
Σε περίπτωση πολύ υψηλών ρυθμών μετάδοσης ή υψηλών ταχυτήτων κίνησης, οι πολλαπλές κεραίες θα πρέπει επίσης να χρησιμοποιηθούν στην πλευρά του χρήστη. Τέτοια κανάλια MIMO (multiple input-multiple output) μπορούν να έχουν μια αυξημένη χωρητικότητα, επιδρώντας θετικά στην αποδοτική χρήση του φάσματος (αυξανόμενη φασματική αποδοτικότητα), στη μείωση του κόστους για τα νέα ασύρματα δίκτυα, και στην ποιότητα υπηρεσιών που παρέχεται από τα δίκτυα. Ένα πλήθος ασύρματων συστημάτων επικοινωνιών μπορεί να ωφεληθεί από την προηγμένη χώρο-χρονική. Τέτοια συστήματα είναι τα κυψελοειδή συστήματα υψηλής κινητικότητας, τα περιορισμένου φάσματος συστήματα χαμηλής-κινητικότητας, τα ευρείας ζώνης σταθερής ασύρματης πρόσβασης συστήματα, τα δορυφορικά συστήματα, και τα ασύρματα τοπικά LAN.

Διάφορες Τεχνικές

- **Ανίχνευση πολλών χρηστών τεχνικές για τα συστήματα CDMA**

Προσπάθεια αυτών των τεχνικών είναι να χωρίσουν τα σήματα πολλαπλών χρηστών που μοιράζονται τους πόρους του φάσματος. Μερικές από αυτές χρησιμοποιούν σήματα οδηγούς που είναι γνωστά και από τη συσκευή αποστολής σημάτων και από το δέκτη (μη τυφλές τεχνικές), ενώ άλλες υιοθετούν μόνο την a priori γνώση των λαμβανόμενων σημάτων (τυφλές τεχνικές). Ανάλογα με την τεχνική πολλαπλής πρόσβασης, διαφορετικές στρατηγικές έχουν προταθεί, από τις θεωρητικά βέλτιστες στρατηγικές έως πρακτικές όπως η Parallel ή η Successive Interference Cancellation (PIC ή SIC), η decorrelation, και η Joint Detection.

- **Τεχνικές Δέσμης (Beamforming)**

Οι τεχνικές Beamforming χρησιμοποιούνται συνήθως στους σταθμούς βάσεως για ανιούσα λήψη και τη μετάδοση κατιουσών συνδέσεων με πολλαπλές κεραίες. Η τεχνική Beamforming επιτρέπει τη χωρική πρόσβαση στο ράδιο κανάλι με τη βοήθεια διαφορετικών προσεγγίσεων, π.χ., που βασίζονται στις κατευθυντικές παραμέτρους ή με την εκμετάλλευση των χωρικών στατιστικών δεύτερης τάξης του ράδιο καναλιού. Κατά συνέπεια, η χώρο-χρονική επεξεργασία ελαχιστοποιεί την παρεμβολή και μεγιστοποιεί το εκπεμπόμενο σήμα. Επιπλέον, οι προσαρμοστικές κεραίες μπορούν να εκμεταλλευτούν τις μακροπρόθεσμες ή/και βραχυπρόθεσμες ιδιότητες του κινητού ράδιο καναλιού για να επιτύχουν βελτιωμένη ακρίβεια εκτίμησης καναλιών με μειωμένη υπολογιστική πολυπλοκότητα.

- **Έξυπνες κεραίες Υψηλής συχνότητας στα μικροτηλέφωνα**

Η ένταξη των έξυπνων κεραιών στα κινητά είναι δύσκολη και δεν μπορεί να πραγματοποιηθεί ακόμα. Προφανώς, το μικρό μέγεθος των μικροτηλέφωνων αποτελεί ένα σημαντικό πρόβλημα. Η έλλειψη χώρου στα κινητά *τείνει να προσβάλλει το χρυσό κανόνα, ότι το διάστημα μεταξύ των στοιχείων της κεραίας δεν πρέπει να είναι μικρότερο από το μισό του χρησιμοποιημένου μήκους κύματος της διαβιβασθείσας ή λαμβανόμενης ακτινοβολίας.* Όσο πιο μεγάλη είναι αυτή η απόσταση, τόσο καλύτερη κατευθυντικότητα μπορεί να επιτευχθεί.

Οι κεραίες στα τρέχοντα μικροτηλέφωνα είναι πανκατευθυντικές. Αυτό σημαίνει, ότι η διαβιβαζόμενη ισχύς είναι λίγο πολύ η ίδια για όλες τις κατευθύνσεις. Με αυτό επιτυγχάνεται η διατήρηση μιας σύνδεσης με ένα σταθμό βάσεως, ακόμα κι αν ο χρήστης γυρίζει γύρω κατά τη διάρκεια ενός τηλεφωνήματος. Η έκθεση στην ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία γίνεται αποδεκτή χωρίς να μπορεί να υπάρξει μια σημαντική προστασία του χρήστη . Η ενσωμάτωση των έξυπνων κεραιών στα κινητά έχει πολλά πλεονεκτήματα παρά τις δύσκολες τεχνικές προκλήσεις.

Λόγω του αυξανόμενου αριθμού συνδρομητών, οι περιορισμένοι πόροι των ασύρματων διεπαφών στα υπάρχοντα κυψελοειδή μοιάζουν ακόμα λιγότεροι για το μέλλον. Οι έξυπνες κεραίες θα αυξήσουν αυτούς τους πόρους με την προσθήκη ενός πρόσθετου βαθμού ελευθερίας στην ποικιλομορφία. Ενσωματωμένες στα μικροτηλέφωνα, θα επιτρέψουν τη χρήση αυτής της πρόσθετης ποικιλομορφίας για ανιούσες συνδέσεις.

Η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία μπορεί να μειωθεί σημαντικά με *τη διαμόρφωση μιας ακτίνας προς την αντίθετη κατεύθυνση του ανθρώπινου σώματος*. Με τις παρούσες γνωστές τεχνολογίες, δύο διαφορετικά είδη βλαβών υποψιάζονται ότι μπορεί να προκληθούν στον άνθρωπο: αφ' ενός υπάρχει η μετατροπή της ακτινοβολίας σε θερμότητα και αφετέρου μια άμεση επίδραση

στο βιολογικό ιστό. Τα αρνητικά αποτελέσματα που προκαλούνται στον εγκέφαλο, στο αυτί, και στην ενδοφθάλμια πίεση, με την εντοπισμένη θέρμανση, είναι συζητήσιμα [19],[20]. Τα άλλα άμεσα αποτελέσματα των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων στο βιολογικό ιστό δεν έχουν γίνει ακόμα εντελώς κατανοητά. Έχει όμως αναφερθεί ζημία του DNA σε ζώα, ακόμη και από χαμηλού επιπέδου έκθεση σε ακτινοβολίας ράδιοσυχνότητας[21]. Προφανώς, η κατευθυντικότητα των έξυπνων κεραιών μπορεί να μειώσει τον κίνδυνο που προκαλείται και από τα δύο αποτελέσματα της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας.
Μια έξυπνη κεραία εστιάζει την ισχύ μετάδοσής της προς το σταθμό βάσεως. Έτσι είτε η εμβέλεια θα αυξηθεί για σταθερή ισχύ μετάδοσης, ή η ισχύς μπορεί να μειωθεί για μια σταθερή εμβέλεια. Τελικά αυτό που θα προκύψει θα είναι μειωμένη κατανάλωση ισχύος.

- **Συστήματα μετάδοσης πολλαπλής εισόδου – πολλαπλής εξόδου (Multi-Input – Multi Output (MIMO))**

Οι πολλαπλές κεραίες και στα δύο άκρα του ασύρματου καναλιού μπορούν να αυξήσουν το ρυθμό μετάδοσης των δεδομένων μέσω χωρικής πολυπλεξίας και επίσης να βελτιώσουν την ποιότητα συνδέσεων μέσω της ποικιλομορφίας (diversity). Περαιτέρω βελτιώσεις που παρουσιάζονται με την χρήση πολλών κεραιών μετάδοσης και λήψης στις ασύρματες τηλεπικοινωνίες είναι:

- <u>Αύξηση της χωρητικότητας των καναλιών</u>. Οι έρευνες παρουσιάζουν τη χωρητικότητα να αυξάνει τουλάχιστον γραμμικά με ελάχιστο $\{M_R, M_T\}$, που είναι ο μέγιστος αριθμός χωρικών ενδοδιαμορφώσεων (eigenmodes) και όπου το $\{M_R\}$ και το $\{M_T\}$ δείχνουν τον αριθμό κεραιών στο δέκτη και τη συσκευή αποστολής σημάτων, αντίστοιχα.
- <u>Μείωση του ρυθμού σφαλμάτων</u> (Bit Error Rate -BER) χωρίς οποιαδήποτε επέκταση του εύρους ζώνης όταν χρησιμοποιούνται από κοινού οι κώδικες ποικιλομορφίας RX και χώρο-χρόνου, π.χ., ποικιλομορφία TX.
- Μείωση του αντίκτυπου των αποτελεσμάτων της εξασθένισης.

Αρκετές στρατηγικές έχουν αναπτυχθεί προκειμένου να επιτευχθούν αυξανόμενες φασματικές αποδοτικότητες:

- κώδικες χώρο-χρόνου υπό μορφή Space -Time Trellis Codes (STTC) ή Space - Time Block Codes (STBC)
- Η τεχνολογία BLAST εκμεταλλεύεται διάφορα παράλληλα κανάλια. Στην αρχική πρόταση, ένα ανεξάρτητο κομμάτι δεδομένων στέλνεται μέσω κάθε κεραίας μετάδοσης.

Ενσωμάτωση των τεχνικών MIMO στα ράδιο δίκτυα πολύ-τεχνολογίας

[19] G. D. Lapin, W. Guy, “Comments on Electric Current and Electric Field Induced in the Human Body when Exposed to an Incident Electric Field near the Resonant Frequency”, Vol. 49, No. 4, PP. 734-735, April 2001

[20] W.R.P. King, “Electric Fields Induced in Cells in the Bodies of Amateur Radio Operators by their Transmatting Antennas”, IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques”, Vol. 48, No. 11, PP. 2155-2159, Sept. 2000

[21] J. E. Moulder, L. S. Erdreich, et. al., „Cell Phones and Cancer: What is the Evidence for a Connection?”, Radiation Research, Vol. 151, PP. 513-531, 1999

Οι προσαρμοστικές ή έξυπνες κεραίες στους σταθμούς βάσεως και τα κινητά τερματικά έχουν αναγνωριστεί ως ισχυρό εργαλείο για την αύξηση χωρητικότητας. Μια τυπική προσέγγιση για να μελετηθούν τα πλεονεκτήματα της τεχνολογίας ΜΙΜΟ είναι να υιοθετηθούν απλουστευμένες υποθέσεις όπως: «Ν σήματα με ορθογώνια δεδομένα από Ν κεραίες συν Gaussian θόρυβο». Οι τεχνικές και τα αποτελέσματα βασισμένα σε απλουστευμένες υποθέσεις δεν μπορούν πάντα να θεωρηθούν ως « το πρώτο βήμα στη σωστή κατεύθυνση»
Προσπάθειες έχουν γίνει για την εφαρμογή τεχνικών ΜΙΜΟ σε συστήματα TDMA (π.χ EDGE – Enchanced Data for GSM Evolution). Τα συμπεράσματα είναι τα ακόλουθα:
Πολλαπλές κεραίες μετάδοσης σε ένα παρακείμενο κελί δημιουργούν μια πολύπλοκη δομή στη διακαναλικη παρεμβολή (co-channel Interference -CCI) ακόμη και στην περίπτωση μονής παρεμβολής.
Απαιτούνται ημι-τυφλοί αλγόριθμοι για να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα του ανεπαρκούς ποσού στοιχείων εκπαίδευσης των καναλιών .

Ρεαλιστικά Μοντέλα Καναλιών και Σενάρια παρεμβολής για αξιολόγηση των έξυπνων κεραιών
Η χωροχρονική διαμόρφωση των καναλιών έχει βασιστεί στη θεωρητική ανάλυση, δηλ., πιθανολογική ή/και γεωμετρική αντιπροσώπευση του περιβάλλοντος. Η ακρίβεια και η ευελιξία ενός τέτοιου προτύπου στηρίζεται στην υψηλή παραμετροποίηση που με τη σειρά της απαιτεί διάφορα στατιστικά στοιχεία από τις διανυσματικές μετρήσεις καναλιών στα περιβάλλοντα που ενδιαφέρουν. Εκστρατείες μέτρησης καναλιών ΜΙΜΟ έχουν πραγματοποιηθεί προκειμένου να χαρακτηριστούν στατιστικά το φάσμα ισχύος-καθυστέρησης, το φάσμα ισχύος - αζιμουθίου και ο χωρικός συσχετισμός των συχνοτήτων ενδιαφέροντος. Απαιτείται η διανυσματική διαμόρφωση των καναλιών προκειμένου να αξιολογηθεί αρκετά η απόδοση των τεχνικών ΜΙΜΟ σε επίπεδο συνδέσεων και στην περίπτωση ενός χρήστη, αλλά η αξιολόγηση της ποιότητας υπηρεσίας (QoS) σε ένα περιβάλλον πολλών χρηστών, πολλών χρήσεων και πολλών τεχνολογιών απαιτεί την επαρκή μοντελοποίηση της παρεμβολής.

4.8.7 Ράδιο διαχείριση των πόρων ανάλογα με τη θέση

Εάν οι συνδρομητές κινούνται γύρω-γύρω σε ένα κυψελοειδές δίκτυο, η μεταγωγή είναι ένας ουσιαστικός παράγοντας για να εγγυηθεί την κινητικότητα των χρηστών. Κινούμενος ο χρήστης από τη κυψέλη σε μια άλλη, μια νέα σύνδεση με το κύτταρο προορισμού πρέπει να δημιουργηθεί και η σύνδεση με το κύτταρο προέλευσης πρέπει να απελευθερωθεί. Τα συμβατικά κριτήρια εκτέλεσης της μεταγωγής στηρίζονται στην ποιότητα των σημάτων. Ουσιαστικά, η δύναμη σήματος του κυττάρου προορισμού συγκρίνεται με το παρόν κύτταρο, και εάν το πρώτο είναι ανώτερο από το τελευταίο, προκαλείται η μεταγωγή (handoff).Οι πληροφορίες θέσης δεν χρησιμοποιούνται.
Εάν τα κριτήρια εκτέλεσης μεταγωγής περιλάβουν και τα πρόσθετα στοιχεία θέσης, βασισμένα σε μέτρηση θέσης σε πραγματικό χρόνο των κινητών συσκευών, θα είναι δυνατή μια πρόβλεψη για την απαιτούμενη κράτηση καναλιών μέσα από μια παρέκταση της μετακίνησης του χρήστη προς το επόμενο κύτταρο. Για συστήματα όπως το Wideband CDMA, οι πληροφορίες θέσης δεν είναι αρκετές για μια αξιόπιστη εφαρμογή μεταγωγής. Η μέθοδος

Location Sensitive Handoff -LSH χρησιμοποιεί και τις πληροφορίες θέσης και τη δύναμη των σημάτων.
Οι πληροφορίες θέσης μπορούν να εξαχθούν είτε περιοδικά είτε να συγκεντρωθούν με τη ζήτηση. Με τη χρησιμοποίηση των δύο πιο πρόσφατων συντεταγμένων, μπορεί να υπολογιστεί η ταχύτητά, παρέχοντας κατά συνέπεια πληροφορίες για την ταχύτητα και την κατεύθυνση της κίνησης. Η μαλακή μεταγωγή (soft handoff) είναι ένα χαρακτηριστικό γνώρισμα των βασισμένων στο CDMA κυψελοειδών συστημάτων προκαλώντας περισσότερη σηματοδοσία και επεξεργασία στο σύστημα. Η ελαχιστοποίηση κατά συνέπεια των περιττών διαδικασιών παράδοσης είναι ένας ευπρόσδεκτος στόχος.

Η εικόνα 60 παρουσιάζει, πώς αυτό μπορεί να επιτευχθεί με LSH: από την πορεία του κινητού μπορεί να υπολογιστεί μια υστέρηση κατώτατων ορίων (εδώ η απόσταση δύο διαδοχικών κρίσιμων καμπών). Από αυτό, οι περιττές διαδικασίες παράδοσης στα σημεία A, B, C, D, E και F μπορούν να αποφευχθούν. Φυσικά, η εξαγωγή των πληροφοριών θέσης δημιουργεί κάποιο πρόσθετο φορτίο. Οι προσομοιώσεις δείχνουν, ότι για μέτριες συχνότητες προσδιορισμού θέσης (10-30/sec) υπάρχει ένα λογικό κέρδος στη γενική απόδοση.

Εξαιρετικά Ευρείας Ζώνης ράδιο τεχνολογία (Ultra Wide band Radio Technology – UWB-RT) : Επικοινωνία μικρής εμβέλειας και εντοπισμός θέσης

Η τάση και οι προσπάθειες που παρατηρούνται αυτήν την περίοδο στις ΗΠΑ για να ρυθμίσουν και να εμπορευματοποιήσουν τις ασύρματες συσκευές που βασίζονται στις αρχές παλμικής Εξαιρετικά Ευρείας Ζώνης (UWB) ράδιο τεχνολογίας, παρατηρούνται και στην Ευρώπη. Οι ομάδες μελέτης CEPT/SE24 και ETSI ερευνούν πώς να προσαρμόσουν τις ράδιο συσκευές UWB μέσα στο φάσμα 1–40 GHz για να εξασφαλίσουν ότι τα ράδιο συστήματα UWB μπορούν να συνυπάρξουν με άλλες ράδιο υπηρεσίες. Μια συσκευή UWB είναι οποιαδήποτε συσκευή όπου το κλασματικό εύρος ζώνης του εκπεμπόμενου σήματος, δηλ., η αναλογία μεταξύ του απόλυτου εύρους ζώνης και της κεντρικής συχνότητας, είναι μεγαλύτερο από 0,25 (25%) ή καταλαμβάνει τουλάχιστον 1,5 GHz του φάσματος. Το απόλυτο εύρος ζώνης μετριέται στα ανώτερα και χαμηλότερα σημεία ισχύος (-10 dB), f_H και f_L, αντίστοιχα, και η κεντρική συχνότητα, f_C, ορίζεται ως ο μέσος όρος των ανώτερων και χαμηλότερων σημείων ισχύος -10 dB, δηλ. $f_C = \frac{f_H + f_L}{2}$. Πρέπει να σημειωθεί ότι οι ρυθμιστικές αρχές ακόμα δεν έχουν αποφασίσει εάν αυτός ο καθορισμός πρέπει να υιοθετηθεί ως έχει. Επιπλέον, επίσης αφήνεται ανοικτό εάν κάποιος πρέπει να περιορίσει τον καθορισμό των συσκευών UWB στις συσκευές που εκπέμπουν απλώς τα παλλόμενα σήματα όπου το εύρος ζώνης συσχετίζεται άμεσα με το (στενό) πλάτος σφυγμού .
Η UWB-RT υπόσχεται μια σειρά νέων ή βελτιωμένων (περιορισμένου φάσματος) ράδιο συσκευών και υπηρεσιών που θα μπορούσαν να έχουν τεράστια οφέλη για τη δημόσια ασφάλεια, τους καταναλωτές καθώς επίσης και

τις επιχειρήσεις , μέσω ενδεχομένως της διαμοίρασης του φάσματος με άλλες ράδιο υπηρεσίες. Οι ράδιο συσκευές UWB θα μεταδίδουν ακολουθίες κατάλληλα διαμορφωμένων, μεγάλης απόστασης, διαμορφωμένων παλμών σύντομης διάρκειας (π.χ, 0,1–2 ns) έτσι ώστε ο παρατηρούμενος κύκλος εργασίας της κυματομορφής είναι σημαντικά μικρός (π.χ., 1/100– 1/1000). Η φύση αυτού του τύπου ράδιο μετάδοσης δίνει καλή ευρωστία δεκτών σε περιβάλλοντα υποκείμενα σε πολλαπλές διαδρομές διάδοσης.

Ασύρματες Διεπαφές πολλαπλών φορέων

Τα συστήματα πολλαπλών φορέων έχουν αποδείξει ότι είναι ικανά για υψηλού ρυθμού μετάδοσης ασύρματες επικοινωνίες σε πολλαπλών διαδρομών εξασθενίζοντα κανάλια. Η μέθοδος Orthogonal frequency division multiplexing (OFDM) όταν συνδυάζεται με ένα σχήμα κωδικοποίησης προσφέρει απλή τεχνική εφαρμογή. Η χρήση OFDM στα κυψελοειδή δίκτυα είναι ελπιδοφόρος λόγω των υψηλών αποδοτικοτήτων φάσματος και ισχύος, της μειωμένης σηματοδότησης , της ευρυζωνικής πρόσβασης (μέχρι 100 MBIT/S) και της υποστήριξης ασυμμετρικής κυκλοφορίας.

Τα μειονεκτήματα της OFDM, εκτός από τη γνωστή απαίτηση γραμμικότητας, είναι η περιορισμένη ευελιξία ράδιο δικτύωσης (πολλαπλής πρόσβασης). Αυτό θέτει ένα σημαντικό τεχνικό εμπόδιο στην παροχή υπηρεσιών πολυμέσων σε ένα δίκτυο ευρείας περιοχής, όπου ένας σταθμός βάσεως επικοινωνεί με έναν μεγάλο αριθμό δυναμικών συνδρομητών. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει ο συνδυασμός συστημάτων βασισμένων στο OFDM μαζί με προσαρμοστικές ή έξυπνες κεραίες λόγω της ικανότητας απόρριψης παρεμβολών . Οι γνωστοί αλγόριθμοι ακύρωσης παρεμβολής για τα OFDM μπορούν να χωριστούν σε δύο ομάδες:

- Τις βασισμένες σε Spatial Division Multiple Access (SDMA). Αυτή το μοντέλο υποθέτει, ότι το πρότυπο των στοιχείων είναι γνωστό στο δέκτη, και ότι όλα τα κανάλια διάδοσης μπορούν να υπολογιστούν για το επιθυμητό σήμα και για όλα τα αλλά σήματα (χρήστες). Το κύριο πρόβλημα με αυτήν την προσέγγιση είναι ότι η διακαναλικη παρεμβολή (CCI) μπορεί να προκαλέσει ανεξέλεγκτη υποβάθμιση της απόδοσης.
- Τις βασισμένες στις στιγμιαίες στιγμές συσχετισμού, οπού υποθέτει ότι το πρότυπο στοιχείων του επιθυμητού σήματος είναι γνωστό μέχρι το κανάλι διάδοσης και που μπορεί να υπολογιστεί χρησιμοποιώντας σύμβολα οδηγούς. Αυτές οι τεχνικές είναι αρκετά ανθεκτικές ενάντια σε μη μοντελοποιημένο CCI. Η υπόθεση για αυτούς τους αλγορίθμους είναι ότι τα δεδομένα εκπαίδευσης (κατάρτισης) για το επιθυμητό σήμα είναι αντιπροσωπευτικό υπό την έννοια ότι το CCI επικαλύπτει (χρονικά και τη συχνότητα) με σύμβολα οδηγούς του επιθυμητού σήματος.

Η κατάσταση στις επικοινωνίες πολύ-μεταφορέων είναι τα πρότυπα ραδιοφωνικής αναμετάδοσης DAB, DRM και DVB-T, καθώς επίσης και τα ασύρματα πρότυπα HIPERLAN/2, IEEE 802.11a και MMAC. Επιτρέποντας στους συνδρομητές να διαβιβάζουν σήματα μέσω ενός υποσυνόλου των υπομεταφορέων στα OFDM, το OFDMA (orthogonal frequency division multiple access) παρουσιάζει μια πλατφόρμα για τεχνικές πολύ-μεταφορέων - πολλαπλών προσβάσεων. Η συμπεριλαμβάνουσα φύση του OFDMA επιτρέπει να περιλάβει όλα τα οφέλη των άλλων προσεγγίσεων OFDM/CDMA.

Παραδείγματος χάριν, το MC- CDMA είναι μια ειδική περίπτωση OFDMA όπου κάθε συνδρομητής διαδίδει τα σήματά του πάνω από μια συστάδα υπομεταφορέων του OFDM. Ένα σημαντικό πλεονέκτημα OFDMA σε σχέση με το κανονικό OFDM είναι η λεπτότερη κοκκοποίησή (granularity) του, και το πιο σημαντικό, η δυνατότητα να συλλαμβάνει την «ποικιλομορφία πολλών χρηστών» που μπορεί να οδηγήσει σε αύξηση της χωρητικότητας 2-3 φορές πάνω από το κανονικό OFDM.

Μια πρώτη πρόταση είναι η επέκταση των σύγχρονων τεχνικών OFDM με μια επαναδιαμορφούμενη προσέγγιση πολυ-μεταφορέων. Η έννοια της «υβριδικής πολλαπλής πρόσβασης πολλαπλών φορέων» μπορεί να επιτρέψει δυναμικές μεθόδους υπομεταφορέων και προσπέλασης. Έτσι , διαφορετικές τεχνολογίες πρόσβασης μπορούν να συνυπάρξουν στην ίδια σύνδεση, προσαρμόζομενη στις ανάγκες για το ρυθμό δεδομένων και προστασία λάθους κάθε μεμονωμένου χρήστη.

Μια δεύτερη πρόταση είναι η προσθήκη ποικιλομορφίας (diversity) κεραιών στα βασισμένα στο OFDM συστήματα. Ένας ελπιδοφόρος υποψήφιος για να λύσει το πρόβλημα ακύρωσης SCCI σε συστήματα OFDM είναι ένας ημι - τυφλός αλγόριθμος βασισμένος στο συνηθισμένο κριτήριο βελτιστοποίησης "Least Squares – Constant Modulus".

Δίκτυα Ad-hoc πολλών αναπηδήσεων

Τα κινητά ειδικά δίκτυα (ad hoc) διαμορφώνονται από ασύρματες συσκευές που επικοινωνούν χωρίς απαραιτήτως να χρησιμοποιούν μια προϋπάρχουσα υποδομή δικτύων. Τα ειδικά δίκτυα αυτό διαμορφώνονται, δηλ. δεν υπάρχει κεντρικό σύστημα διαχείρισης με ευθύνες διαμόρφωσης. Μερικοί, εάν όχι όλοι, οι κόμβοι σε ένα ειδικό δίκτυο είναι σε θέση να εκτελέσουν λειτουργία δρομολογητών, όταν απαιτείται. Αυτό επιτρέπει στα τερματικά να επικοινωνούν το ένα με το άλλο όταν είναι εκτός εμβέλειας υπό τον όρο ότι μπορούν να φθάσουν το ένα στο άλλο μέσω ενδιάμεσων οικοδεσποτών που ενεργούν ως δρομολογητές που αναμεταδίδουν τα πακέτα από την πηγή στον προορισμό. Η δομή του δικτύου μπορεί να αλλάξει συνεχώς λόγω της μετακίνησης των κόμβων. Σε αντίθεση με τα παραδοσιακά κυψελοειδή δίκτυα, δεν υπάρχει καμία ανάγκη να ενισχυθεί η υποδομή δικτύων με σταθμούς βάσεων. Τα ειδικά δίκτυα μπορούν να αντιμετωπισθούν ως αυτόνομες ομάδες κινητών τερματικών, αλλά μπορούν επίσης να συνδεθούν με μια προϋπάρχουσα υποδομή δικτύων και να τη χρησιμοποιήσουν για να αποκτήσουν πρόσβαση σε κόμβους που δεν είναι μέρος του ειδικού δικτύου.

Αναμένεται ότι στο εγγύς μέλλον θα υπάρξει ένας πολλαπλασιασμός του ασυρμάτων συσκευών. Λειτουργία δικτύων όπως η αυτόματη διαμόρφωση και η ανεξαρτησία από τις υπάρχουσες υποδομές είναι βασικά ζητήματα σε αυτό το πλαίσιο. Παραδείγματα μελλοντικών δικτύων είναι τα Personal Area Networks (PANs), τα Body Area Networks (BANs), οικιακά δίκτυα, δίκτυα αισθητήρων και ενεργοποιητών (π.χ. στο σπίτι, αυτοκίνητα, περιβαλλοντική νοημοσύνη), ή δίκτυα όχημα -όχημα.

Η ad hoc δικτύωση και ειδικότερα οι ικανότητες επικοινωνίας πολλών αναπηδήσεων μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να επεκτείνουν την κάλυψη των υπαρχουσών ασύρματων τεχνολογιών πρόσβασης.

Γενικά, η άμεση επικοινωνία μεταξύ γειτονικών τερματικών χωρίς επέμβαση από σχετικά μακρινούς σταθμούς βάσης, οδηγεί σε μειωμένο επίπεδο παρέμβασης, το οποίο υπονοεί ότι η γενική χωρητικότητα του συστήματος

μπορεί να αυξηθεί. Αυτό με τη σειρά του μπορεί να οδηγήσει σε μια μείωση του κόστους των ασύρματων υποδομών πρόσβασης, εις βάρος μερικής πρόσθετης πολυπλοκότητας δικτύωσης.
Μερικά πειραματικά ειδικά δίκτυα υπάρχουν ήδη αυτές τις μέρες. Αυτά τα πειράματα εστιάζουν κυρίως στην εφαρμογή και λειτουργία γνωστών πρωτόκολλων δρομολόγησης για τα ειδικά δίκτυα. Διάφορα παραδείγματα της τρέχουσας έρευνας στα συγκεκριμένα πλαίσια είναι:

- Ασύρματα δίκτυα αισθητήρων. Αυτά τα δίκτυα διασυνδέουν τους αισθητήρες, ενεργοποιητές και επεξεργαστές. Χαρακτηρίζονται από έναν μεγάλο αριθμό κόμβων, κυρίως στατικό, με ιδιαίτερα περιορισμένους ενεργειακούς πόρους. Το πρόγραμμα Sensit ερευνά την τεχνολογία για την οικοδόμηση της χρησιμοποίησης δικτύων αισθητήρων που αυτοδιαμορφώνονται
- Το πρόγραμμα WIND αναπτύσσει το υλικό, λογισμικό και τα πρωτόκολλα για να επιτρέψει σε δίκτυα συσκευών, αισθητήρων, και των υπολογιστών να επικοινωνούν μεταξύ τους με την ελάχιστη χειρωνακτική ή a priori διαμόρφωση.

Η μοντελοποίηση της μετακίνησης ενός χρήστη είναι μια ουσιαστική δομική μονάδα σε αναλυτικές μελέτες και προσομοιώσεις των ασύρματων συστημάτων. Στα κυψελοειδή δίκτυα, π.χ., η συμπεριφορά κινητικότητας ενός χρήστη ,έχει επιπτώσεις άμεσα στην σηματοδοσία που απαιτείται για την παράδοση και διαχείριση θέσης, το χρόνο εκμετάλλευσης των καναλιών, και τη πιθανότητα εμπόδισης της κλήσης Η επιλογή ενός προτύπου κινητικότητας έχει σημαντική επίδραση στα αναμενόμενα αποτελέσματα. Εάν το πρότυπο είναι μη ρεαλιστικό, μπορούν να συναχθούν άκυρα συμπεράσματα. Η έρευνα θα πρέπει να λύσει ζητήματα όπως:

- Δρομολόγηση
- Υποστήριξη μικρό-κινητικότητας και διαχείριση τοπολογίας.
- Διευθυνσιοδότηση, ιεραρχία Διευθυνσιοδότησης, μηχανισμοί ανάθεσης διευθύνσεων
- Διαλειτουργικότητα μεταξύ των διαφορετικών ασύρματων δικτύων πρόσβασης
- Έλεγχος μέσου πρόσβασης –ΕΜΠ (MAC):
- Αποδοτικότητα, δικαιοσύνη, συγκεντρωμένος/διανεμημένος ΕΜΠ, τερματικά με διαφορετική εμβέλεια
- Φυσικά ζητήματα επιπέδων , π.χ. νέες ράδιο τεχνολογίες (π.χ. ποικιλομορφία, ή προσαρμοστική διαμόρφωση και λήψη).
- συνειδητοποίηση Θέσης και πλαισίου αναφοράς.
- Ποιότητα υπηρεσιών
- Διαχείριση των πόρων και διανομή, π.χ. ισχύς, εύρος ζώνης
- Αυτοδιαμορφωση
- Ανακάλυψη υπηρεσιών, συμπεριλαμβανομένης της διαθεσιμότητας υπηρεσιών
- Συνύπαρξη των διαφορετικών ασύρματων τεχνολογιών .

Επίλογος

Στα πλαίσια αυτής της εργασίας επιχειρήθηκε μια σύντομη αναφορά στις ασύρματες κινητές επικοινωνίες, του μέλλοντος (3-4G). Ο Θαυμαστός Ασύρματος Κόσμος που φαίνεται να έρχεται, θα φέρει μεθόδους επικοινωνίας που μέχρι πριν μερικά χρόνια βλέπαμε μόνο σε ταινίες επιστημονικής φαντασίας.
Ηδη άνθρωποι σε όλο τον κόσμο εχουν αρχίσει να δουλευουν προς αυτή τη κατεύθυνση, εστιάζοντας κυρίως σε μεθόδους οι οποίες θα αυξήσουν τις δυνατότητες των ανθρωπίνων αισθήσεων, καθώς εκεί φάινεται να είναι το σημείο που θα προκαλεί τις καθυστερήσεις και όχι η τεχνολογία.
Ετοιμαστείτε !!!

Παραρτήματα

Παράρτημα «Γ» - Ευρετήριο εικόνων

Βιβλιογραφία

1. Book Of Visions 2001, Wireless World Research Forum
2. Broadband Wireless Mobile:3g And Beyond, Willie W. Lu
3. Broadband Telecommunications Handbook, Second Edition, Regis J. (Bud) Bates
4. Bulding A CISCO Wireless LAN,Eric Quellette,Robert Padjen
5. Building Secure Wireless Networks With 802.11,Jahanjeb Khan ,Anis Khwaja
6. Mobile And Wireless Design Essentials, Martyn Mallick
7. Wifi Security,Stewart Miller
8. Wireless Communication Systems: Advanced Techniques For Signal Reception, Xiaodong Wang, H. Vincent Poor

9. Fixed Broadband Wireless System Design, Harry R. Anderson,
10. UMTS The Fundamentals, B. Walke ,R Seidenberg, M. P. Althoff
11. Broadband Wireless Communications - 3G, 4G And Wireless LAN , Jiangzhou Wang
12. Wlans And Wpans Towards 4G, Ramjee Prasad & Luis Munoz
13. Brave New Unwired World: The Digital Big Bang And The Infinite Internet By Alex Lightman, Et Al
14. Technology Forecast: 2002-2004, Volume 2 By Eric M. Berg
15. IP-Based Next-Generation Wireless Networks: Systems, Architectures, And Protocols ,By Jyh-Cheng Chen, Et Al
16. Wireless Communications: Principles And Practice, T.S. Rappaport,

Αναφορές στο Παγκόσμιο Ιστό

1. **BRAIN**: Broadband Radio Ac cess for IP based Networks, http://www.ist-brain.org/
2. **DRIVE**: Dynamic Radio for IP-Services in Vehicular Environments, http://www.ist-drive.org/
3. **WINEGLASS**: Wireless IP NEtwork as a Generic platform for Location Aware Service Support, http://domobili.cselt.it/WineGlass/
4. **MOBYDICK**: Mobility and Differentiated Services in a Future IP Network, http://www-int.berk om.de/~mobydick/
5. **MONASIDRE**: Management Of Networks And Services In a Diversified Radio Environment, http://www.monasidre.com/
6. **Bluetooth Special Interest Group** : http://www.bluetooth.com
7. **DECT Forum**: http://www.dectweb.com
8. **HomeRF Working Group** : http://www.homerf.org
9. **HiperLAN2 Global Forum**: http://www.hiperlan2.com
10. **IEEE 802.11 Working Group**: http://grouper.ieee.org/groups/802/ll
11. **IEEE 802.15 Working Group** : http://grouper.ieee.org/groups/802/15
12. **IEEE 802.16 Working Group** : http://grouper.ieee.org/groups/802/16
13. **Infrared Data Association** : http://www.irda.org
14. **LMDS** http://www.lmds.vt.edu
15. **UltraWideBand Working Group**: http://www.uwb.org.
16. **EETT**: www.eett.gr